

**STUDI POTENSIPEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR
DI SEPANJANG BATANG ANAI
KECAMATAN DUA KALI SEBELAS KAYU TANAM**

SKRIPSI

Oleh

M.ARIFIN
0910922094



**JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

**STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR
DI SEPANJANG BATANG ANAI
KECAMATAN DUA KALI SEBELAS KAYU TANAM**



Oleh

Nama : M.ARIFIN

BP : 0910922094

Disahkan oleh :

Pembimbing:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ir. FEBRUARMAN.MT.', written over a light blue background.

Ir.FEBRUARMAN.MT
NIP: 19640223 199203 1 003

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI
STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR
DI SEPANJANG BATANG ANAI
KECAMATAN DUA KALI SEBELAS KAYU TANAM

NAMA : M.ARIFIN

BP : 0910922094

Telah diuji dan dipertahankan dalam Ujian Sidang Tugas Akhir

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas

Pada : Rabu, 8 Juli 2015

TIM PENGUJI

1. **Ir. Februarman, MT**

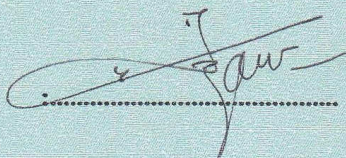
.....

2. **Mas Mera, PhD**

.....

3. **Ir. Darwizal Daed, MS**

.....



**STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR
DI SEPANJANG BATANG ANAI
KECAMATAN DUA KALI SEBELAS KAYU TANAM**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Program Strata-I pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Andalas Padang*

Oleh

M.ARIFIN

0910922094

Pembimbing

Ir.FEBRUARMAN,MT



**JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015**

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik semakin meningkat, seiring dengan pertumbuhan penduduk dan tingkat kesejahteraan masyarakat. Suplai energi listrik masih belum terpenuhi karena terbatasnya pembangkit. Dengan semakin menipisnya ketersediaan bahan bakar fosil, maka pembangkit yang menggunakan bahan bakar ini pada waktunya nanti tidak akan dapat beroperasi. Salah satu potensi yang dapat menanggulangi krisis energi listrik adalah pemanfaatan energi air. Sumatera Barat yang sebagian besar wilayahnya berupa pegunungan memiliki potensi tenaga air yang berlimpah, sehingga dapat dikembangkan pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Salah satu potensi air ini adalah pada Sungai Batang Anai di Kecamatan Dua kali Sebelas Kayu Tanam, Kabupaten Padang Pariaman. Dari hasil analisis data debit harian pos AWLR (Automatic Water Level Recorder) stasiun Kandang Ampek diperoleh kurva durasi aliran (Flow Duration Curve, FDC). Dari peta topografi lokasi studi pada kawasan ini, didapat tiga skema PLTA, dan dipilih yang memberikan tinggi jatuh bersih (head netto) sebesar 45m. Debit rencana yang dipilih mulai dari Q_{30} sampai Q_{70} , dan diperoleh daya, P berturut-turut sebesar 5750 kW, 4875 kW, 4054 kW, 3470 kW, dan 3092 kW. Dari hasil tersebut, jenis PLTA untuk semua pilihan debit rencana adalah PLTA skala kecil ($500 \text{ kW} < P < 10000 \text{ kW}$). Berdasarkan debit rencana dan head, maka jenis turbin yang dipakai adalah turbin Francis.

Kata Kunci : kurva durasi aliran, debit rencana, daya, turbin francis

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir “*Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Air Di Sepanjang Batang Anai Kecamatan Dua Kali Sebelas Kayu Tanam*”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak luput dari kekurangan - kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan yang sifatnya membangun dari semua pihak.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan berguna serta menambah wawasan kita semua. Mudah-mudahan Allah SWT memberkati kita semua.

Padang, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	ix
1.1 Latar Belakang	ix
1.2 Tujuan	x
1.3 Manfaat	x
1.4 Batasan Masalah	x
1.5 Sistematika Penulisan	xi
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Karakteristik Sungai	4
2.2 Daerah Pengaliran	4
2.3 Pengukuran Debit Air	5
2.3.1 Peralatan	6
2.3.2 Prosedur Pengukuran Debit Aliran	7
2.3.3 Prosedur Perhitungan	8
2.4 Pembangkit Energi Listrik	11
2.4.1 Sumber Pembangkit yang ada	11
2.4.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).....	11
2.4.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	13
2.4.1.3 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP).....	13
2.4.1.4 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG).....	14
2.4.1.5 Pembangkit Listrik tenaga Diesel (PLTD)	14
2.4.1.6 Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN).....	14
2.4.1.7 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB).....	14

2.4.1.8 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	15
2.4.1.9 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).....	15
2.5 Tinggi Jatuh Air	22
2.6 Penentuan Daya.....	24
2.7 Penentuan Energi	24
2.8 Efisiensi Turbin	25
2.9 Pemilihan Jenis Turbin.....	26
BAB III METODOLOGI	27
3.1 Umum.....	27
3.2 Rencana Kerja	27
3.3 Pengumpulan Data	29
3.4 Pengolahan dan Analisis Data.....	29
3.5 Pembahasan dan Kesimpulan.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Data debit dan lokasi perencanaan PLTA.....	31
4.1.1 Data Debit Harian	31
4.1.2 Lokasi.....	32
4.1.3 Kondisi Daerah Aliran Sungai	32
4.1.4 Kondisi Topografi	34
4.2 Pengolahan data debit dan posisi bangunan PLTA.....	36
4.2.1 Analisis Frekuensi Aliran	36
4.2.2 Menentukan posisi bangunan PLTA.....	38
4.3 Produksi Daya dan Energi Listrik	40
4.3.2 Lokasi 1	46
4.3.3 Lokasi 2.....	49
4.3.4 Lokasi 3.....	51
4.4 Hasil	54
BAB V PENUTUP	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Interval Pengukuran Kecepatan Air.....	7
Tabel 2.2	Standar Interval Garis Pengukuran	7
Tabel 4.1	Salah Satu Contoh Data Debit Harian Batang Anai (m^3/dt) Tahun 1990	31
Tabel 4.2	Data Debit Harian Batang Anai (m^3/dt)	37
Tabel 4.3	Nilai Debit dan Persentase Probabilitas Hasil Interpolasi dari tabel 4.2.....	41
Tabel 4.4	Perhitungan Daya Alternatif 1	46
Tabel 4.5	Perhitungan Daya Alternatif 2	47
Tabel 4.6	Perhitungan Daya Alternatif 3	47
Tabel 4.7	Perhitungan Daya Alternatif 4	48
Tabel 4.8	Perhitungan Daya Alternatif 5	48
Tabel 4.9	Perhitungan Daya Alternatif 1	49
Tabel 4.10	Perhitungan Daya Alternatif 2	49
Tabel 4.11	Perhitungan Daya Alternatif 3	50
Tabel 4.12	Perhitungan Daya Alternatif 4	50
Tabel 4.13	Perhitungan Daya Alternatif 5	51
Tabel 4.14	Perhitungan Daya Alternatif 1	51
Tabel 4.15	Perhitungan Daya Alternatif 2	52
Tabel 4.16	Perhitungan Daya Alternatif 3	52
Tabel 4.17	Perhitungan Daya Alternatif 4	53
Tabel 4.18	Perhitungan Daya Alternatif 5	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Dari kiri ke kanan ; daerah pengaliran berbentuk bulu burung, daerah pengaliran yang menyebar, daerah pengaliran yang sejajar	4
Gambar 2.2	Contoh penampang saluran	6
Gambar 2.3	Currentmeter tipe flow probe FP 101	9
Gambar 2.4	Pengukuran luas permukaan dan kecepatan aliran sungai	10
Gambar 2.5	Skema PLTA	17
Gambar 2.6	Dam dan <i>Intake</i>	18
Gambar 2.7	Bak Pengendap	19
Gambar 2.8	Saluran Pembawa	20
Gambar 2.9	Bak Penenang	21
Gambar 2.10	Pipa Pesat	22
Gambar 2.11	Tinggi jatuh air aktual untuk turbin tekanan sama	23
Gambar 2.12	Tinggi jatuh air aktual untuk turbin tekanan lebih	23
Gambar 2.13	Pengaruh perbandingan rasio aliran terhadap efisiensi	25
Gambar 2.14	Kriteria Jenis Turbin Berdasarkan <i>head</i> dan debit air	26
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian	28
Gambar 4.1	Peta <i>Catchment Area</i> Batang Anai	34
Gambar 4.2	Kondisi Topografi Daerah Studi	35
Gambar 4.3	Kurva Durasi Aliran	37
Gambar 4.4	Perencanaan Lokasi PLTA alternatif 1	38
Gambar 4.5	Perencanaan Lokasi PLTA alternatif 2	39
Gambar 4.6	Perencanaan Lokasi PLTA alternatif 3	40
Gambar 4.7	Grafik Produksi Energi PLTA Q30	42
Gambar 4.8	Grafik Produksi Energi PLTA Q40	42
Gambar 4.9	Grafik Produksi Energi PLTA Q50	43
Gambar 4.10	Grafik Produksi Energi PLTA Q60	43
Gambar 4.11	Grafik Produksi Energi PLTA Q70	44
Gambar 4.12	Grafik nilai efisiensi turbin dengan perbandingan rasio aliran	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangan teknologi, sosial, dan budaya, semakin hari kebutuhan energi listrik terus meningkat, mulai dari rumah tangga, perkantoran, transportasi, telekomunikasi sangat bergantung dengan energi listrik. Namun demikian, bertumbuhnya tingkat kebutuhan listrik tidak sebanding dengan cadangan energi fosil yang semakin menipis sehingga pusat pembangkit listrik yang berbahan bakar berasal dari fosil akan mengalami penurunan produktifitas di masa yang akan datang.

Energi air tergolong sumber energi terbarukan yang dinyatakan dapat mengatasi permasalahan tersebut, Indonesia merupakan salah satu Negara yang memiliki potensi air yang dapat dikembangkan menjadi energi listrik melalui pusat pembangkit listrik tenaga air. Di lain hal, distribusi jaringan PLN belum sepenuhnya menjangkau seluruh wilayah Indonesia yang disebabkan beberapa faktor tertentu, berdasarkan data Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi (DJLPE) pencapaian rasio desa berlistrik mencapai 89 % dari total sekitar 76.546 desa pada tahun 2010. Di sisi lain Indonesia memiliki begitu banyak potensi air yang belum dimanfaatkan secara optimal, yaitu sekitar 75,67 GW, namun baru sekitar 4,2 GW termanfaatkan dan diantaranya potensi untuk mini/mikrohidro baru sekitar 450MW yang termanfaatkan sekitar 230 MW terpasang sampai pada tahun 2010. (Sumber : *Direktorat Jenderal Listrik dan Pengembangan Energi*)

Batang Anai merupakan sungai yang terletak di kabupaten Padang pariaman, aliran sungai ini dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai objek wisata dan kebutuhan sehari-hari. Pembangunan PLTA di daerah yang berdekatan dengan pemukiman masyarakat diharapkan tidak memberikan dampak negatif pada daerah tersebut, salah satunya adalah pemanfaatan air yang selama ini digunakan untuk objek wisata dan kebutuhan sehari-hari akan berkurang jika diambil sebagai sumber energi listrik.

1.2 Tujuan

Untuk mengetahui jenis PLTA dan posisinya di sepanjang Batang Anai Kecamatan Dua Kali Sebelas Kayu Tanam.

1.3 Manfaat

Penelitian ini bermanfaat dalam mengoptimalkan pengembangan potensi pembangkit listrik di Batang Anai, Kecamatan Kayu tanam, Kabupaten Padang pariaman, Propinsi Sumatera Barat.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini mencakup perhitungan potensi daya listrik yang dapat dihasilkan Batang Anai dan perancangan PLTA hanya sebatas menentukan lokasi PLTA.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini terdiri dari beberapa bab yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai latar belakang, batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan tentang teori-teori yang berhubungan dengan penulisan laporan.

BAB III METODOLOGI

Menguraikan langkah-langkah yang dilakukan selama penelitian berlangsung.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan tentang hasil yang didapatkan serta mengumpulkan data yang relevan terkait penelitian berikut analisisnya.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan yang didapatkan selama penelitian beserta saran.

BAB II

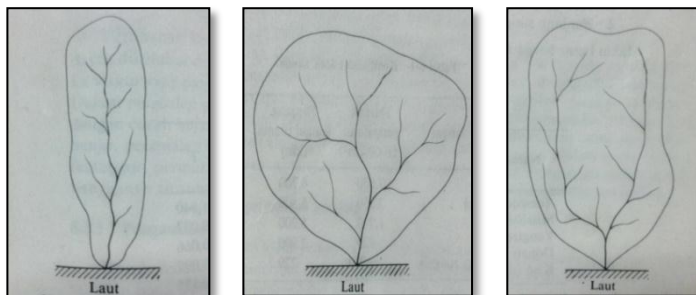
DASAR TEORI

2.1 Karakteristik Sungai

Sungai mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkannya ke laut (Takeda. Kensaku ,1977). Sungai adalah sumber penggerak utama dari pembangkit listrik tenaga air. Sehingga peranan sungai sangat penting dalam perencanaan sebuah PLTA. PLTA dapat digolongkan menjadi aliran sungai (*run-of-river*), waduk (*storage*), atau waduk berpompa (*pumped-storage*) (K.Linsley. Rey, 1986)

2.2 Daerah Pengaliran

Daerah pengaliran sebuah sungai adalah daerah tempat presipitasi atau hujan tersebut dan terkonsentrasi menuju sungai. Garis batas daerah aliran yang berdekatan disebut batas daerah pengaliran. Luas daerah pengaliran diperkirakan dengan pengukuran daerah tersebut dengan peta topografi.



Gambar 2.1 Dari kiri ke kanan ; daerah pengaliran berbentuk bulu burung, daerah pengaliran yang menyebar, daerah pengaliran yang sejajar

2.3 Pengukuran Debit Air

Penentuan debit dan head pada PLTA mempunyai arti yang sangat penting dalam menghitung potensi tenaga listrik. Variabel debit diwakili oleh jumlah rata-rata bulan kering dalam satu tahun. Artinya dicari areal-areal yang jumlah bulan keringnya kecil atau bahkan tidak ada bulan keringnya sama sekali. Pengukuran debit air (Q) sungai pada dasarnya terdapat banyak metode pengukuran debit air. Untuk sistem konversi energi air skala besar pengukuran debit bisa berlangsung bertahun-tahun. Sedangkan untuk sistem konversi energi air skala kecil waktu pengukuran dapat lebih pendek, misalnya untuk beberapa musim yang berbeda saja.

Metode pengukuran debit air dapat dilakukan dengan menggunakan *current meter*, prinsip yang digunakan ialah berkaitan antara kecepatan aliran air dengan kecepatan putaran baling-baling *currentmeter*. Alat ukur arus biasanya digunakan untuk mengukur aliran pada air rendah (Takeda. Kensaku, 1977).

Dari kecepatan yang didapatkan pada alat ukur arus, maka akan didapatkan debit pada suatu aliran air tersebut. Pengukuran debit pada aliran air ini (saluran / sungai) memerlukan 2 pengukuran, yaitu luas penampang aliran dan kecepatan aliran. Pengukuran luas penampang sungai dapat dilakukan dengan mudah apabila lokasi stasiun telah ditetapkan, dan dilakukan pengukuran yang cermat tentang bentuk penampang sungai di stasiun tersebut. Terdapat dua cara dalam pengukuran debit, yaitu pengukuran langsung dan pengukuran tidak langsung.

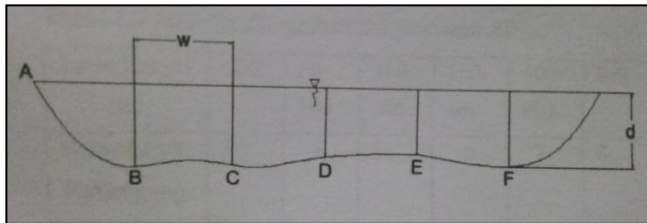
2.3.1 Peralatan

- a) *Currentmeter*
- b) Alat ukur jarak (meteran)
- c) Tali
- d) Patok
- e) Selang kapiler
- f) Rambu ukur

Rumus dasar perhitungan

Debit aliran dapat di peroleh dengan persamaan :

$$Q = \sum_{i=1}^n w_i \times d_i \times v_i \dots (2.1)$$



Gambar 2.2 Contoh penampang saluran

Keterangan :

- Q : debit, dalam m^3/det
- D_i : jarak rata-rata ke titik - i
- V_i : kecepatan rata-rata ke titik - i
- W_i : jarak horizontal ke titik - i

Prinsip yang digunakan adalah kaitan antara kecepatan aliran dengan putaran baling-baling alat tersebut. Hubungan itu terlihat pada persamaan :

$$v = an + b \dots (2.2)$$

Keterangan :

V : kecepatan aliran (m/det)

n : jumlah putaran dalam waktu tertentu.

a,b : konstanta (ditetapkan dalam kalibrasi di Laboratorium secara priodik).

Tabel 2.1 Interval Pengukuran Kecepatan Air

Lebar sungai (m)	< 50	50 - 100	100 - 200	200 - 400	400 - 800	> 800
Banyaknya penampang	3	4	5	6	7	8

Tabel 2.2 Standar Interval Garis Pengukuran

Lebar permukaan air B (m)	Interval garis-garis pengukur dalamnya air. (m)	Interval garis-garis pengukur kecepatan aliran. (m)
<10	$0.1B - 0.15B$	2
10 – 20	1	4
20 – 40	2	6
40 – 60	3	8
60 – 80	4	10
80 – 100	5	12
100 – 150	6	20
150 – 200	10	30
>200	15	

2.3.2 Prosedur Pengukuran Debit Aliran

1.
 - a. Tentukan tinggi elevasi pinggir sungai
 - b. Gunakan selang / pipa kapiler
 - c. tandai menggunakan patok
2. Rentangkan tali dari kiri sampai kanan sungai dan tentukan jumlah titik percobaan.

3. Ukur jarak horizontal per segmen dan jumlahkan.
4. Ukur kedalaman sungai dari kiri – kanan dan sebaliknya setelah itu ambil nilai rata-rata dari kedalaman.
5. Persiapan alat :
 - a) Kalibrasi alat.
 - b) Tiup baling-baling selama 5-10 detik untuk memastikan baling-baling dapat berputar dengan baik. Pastikan bagian putih terkunci pada tempatnya.
 - c) Reset layar digital dengan menekan tombol atas selama 2 detik. Gulir ke mode tampilan dengan tombol bawah untuk memilih kecepatan rata-rata atau maksimum. Kecepatan ditampilkan dalam ft/detik atau (kecepatan sesaat terdekat 0.5 max, terdekat 0.1, rata-rata untuk terdekat 0.01 detik).
 - d) Masukkan baling-baling ke aliran air, atur arah baling-baling menggunakan indikator panah ke arah hilir.
 - e) Ukur kecepatan aliran pada masing-masing segmen dengan kedalaman masing-masing 0.2d, 0.6d dan 0.8d dari permukaan air.

2.3.3 Prosedur Perhitungan

- a) Hitung jarak horizontal (ΔW)
- b) Hitung luas area (A)
- c) Hitung kecepatan rata-rata aliran per segmen (V)
- d) Hitung debit aliran per segmen (Q)
- e) Hitung debit total aliran ($\sum Q$)
- f) Hitung debit total aliran



Gambar 2.3 Currentmeter tipe flow probe FP 101

Selain menggunakan *current meter* pengukuran debit juga dapat dilakukan dengan metode sederhana seperti langkah – langkah pengukuran berikut:

- a. Pengukuran kedalaman sungai dilakukan di beberapa titik berbeda $X_1 - X_n$
- b. Lebar sungai (l) dimisalkan 10 m
- c. Hitung kedalaman rata-rata, menggunakan rumus:

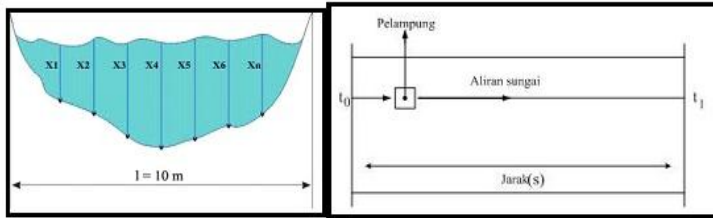
$$X_{rata} = \frac{\sum x}{n} \dots (2.3)$$

- d. Luas diperoleh dengan mengalikan kedalaman rata-rata dengan lebar sungai, yaitu :

$$A = X(rata).l \dots (2.4)$$

Mengukur kecepatan aliran sungai (v), langkah – langkah pengukuran:

Carilah bagian sungai yang lurus dengan panjang sekitar 10 meter, dan tidak mempunyai arus putar yang menghambat jalannya pelampung. Ikatlah sebuah pelampung kemudian dihanyutkan dari titik $t_0 - t_1$ seperti terlihat pada gambar berikut.



a. Pengukuran luas permukaan sungai

b. Pengukuran kecepatan aliran air sungai

Gambar 2.4 Pengukuran luas permukaan dan kecepatan aliran sungai

Hal ini dilakukan 5 kali berturut – turut kemudian catat waktu tempuh pelampung tersebut ($t_0 - t_1$) dengan menggunakan *Stopwatch*.

Hitunglah waktu tempuh rata-rata dari pelampung tersebut, yaitu :

$$t_{rata} = \sum t / n.....(2.5)$$

Kecepatan aliran air sungai (v) diperoleh dengan membagi jarak sungai (s) dengan waktu tempuh rata-rata dari pelampung tersebut, yaitu :

$$v = s / t_{rata}.....(2.6)$$

Setelah luas dan kecepatan aliran sungai diketahui, maka besar debit pada sungai tersebut dapat dianalisis:

$$Q = A \times v \text{ (m}^3\text{/det)}.....(2.7)$$

2.4 Pembangkit Energi Listrik

Sistem pembangkit energi listrik berfungsi membangkitkan energi listrik melalui berbagai macam pembangkit tenaga listrik. Pada pembangkit tenaga listrik sumber-sumber energi alam dirubah oleh penggerak mula menjadi energi mekanis yang berupa kecepatan dan putaran. Selanjutnya energi mekanis tersebut dirubah menjadi energi listrik oleh generator, sumber-sumber energi alam dapat berupa bahan bakar yang berasal dari fosil (batubara, minyak bumi, gas), bahan galian (uranium, thorium), tenaga air, tenaga matahari, tenaga angin dan sebagainya.

2.4.1 Sumber Pembangkit yang ada

2.4.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Pada PLTA potensi tenaga air dikonversikan menjadi tenaga listrik. Mula-mula tenaga air dikonversikan menjadi tenaga mekanik oleh turbin air, kemudian turbin air memutar generator yang membangkitkan tenaga listrik (Winarko. Zat, 2014).

Berdasarkan kapasitas daya yang dihasilkan, PLTA dibedakan atas :

- Mikrohidro : Daya yang dihasilkan < 100 kw
- Minihidro : Daya yang dihasilkan 100 kw - 500 kw
- PLTA skala kecil : Daya yang dihasilkan 500 kw - 10.000 kw
- PLTA skala besar : Daya yang dihasilkan > 10.000 kw

Sementara berdasarkan tinggi jatuhnya air (*Head*), PLTA dibagi menjadi :

- PLTA dengan tekanan rendah, $H < 15$ m
- PLTA dengan tekanan sedang, $15 \leq H \leq 50$ m
- PLTA dengan tekanan tinggi, $H > 50$ m

Berdasarkan aliran air :

- Pusat listrik jenis aliran sungai langsung (*run of river*) kerap kali dipakai pada pusat listrik jenis saluran air. Jenis ini membangkitkan tenaga listrik dengan memanfaatkan aliran air sungai itu sendiri secara alamiah.
- Pusat listrik jenis waduk (*reservoir*) mempunyai sebuah bendungan besar yang dibangun melintang. Dengan demikian terjadi sebuah danau buatan, kadang-kadang sebuah danau asli dipakai sebagai waduk. Air yang dihimpun dalam musim hujan dikeluarkan pada musim kemarau, jadi pusat listrik jenis ini sangat berguna untuk pemakaian sepanjang tahun.
- Pusat listrik jenis pompa (*pumped storage*) adalah jenis PLTA yang memanfaatkan tenaga listrik yang berlebihan pada musim hujan atau pada saat pemakaian tenaga listrik berkurang pada tengah malam. Pada waktu itu air dipompa ke atas dan disimpan dalam waduk. Jadi pusat listrik jenis ini memanfaatkan kembali air yang didapat untuk membangkitkan tenaga listrik pada beban puncak pada siang hari.

2.4.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Uap yang terjadi dari hasil pemanasan boiler/ketel uap pada Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) digunakan untuk memutar turbin yang kemudian oleh generator diubah menjadi energi listrik. Energi primer yang digunakan oleh PLTU adalah bahan bakar yang dapat berwujud padat, cair maupun gas. Batubara adalah wujud padat bahan bakar dan minyak merupakan wujud cairnya. Terkadang dalam satu PLTU dapat digunakan beberapa macam bahan bakar. PLTU menggunakan siklus uap dan air dalam pembangkitannya.

2.4.1.3 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi adalah Pembangkit Listrik (*Power generator*) yang menggunakan panas bumi (*Geothermal*) sebagai energi penggerakannya. Indonesia dikaruniai sumber panas bumi yang berlimpah karena banyaknya gunung berapi di Indonesia, dari pulau-pulau besar yang ada, hanya pulau Kalimantan saja yang tidak mempunyai potensi panas bumi. Keuntungan teknologi ini antara lain : bersih, dapat beroperasi pada suhu yang lebih rendah daripada PLTN, dan aman, bahkan geothermal adalah yang terbersih dibandingkan dengan nuklir, minyak bumi dan batu bara. Meskipun tergolong ramah lingkungan, namun beberapa hal perlu dipertimbangkan apabila pembangkit listrik tenaga panas bumi ingin dikembangkan sebagai pembangkit dengan skala besar. Beberapa parameter yang harus dipertimbangkan adalah kandungan uap panas dan sifat fisika dari uap panas di dalam reservoir dan penurunan tekanan yang terjadi sebagai akibat digunakannya uap panas di dalam reservoir.

2.4.1.4 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)

Gas yang dihasilkan dalam ruang bakar pada pusat listrik tenaga gas (PLTG) akan menggerakkan turbin dan kemudian generator, yang akan mengubahnya menjadi energi listrik. Sama halnya dengan PLTU, bahan bakar PLTG bisa berwujud cair (BBM) maupun gas (gas alam). Penggunaan bahan bakar menentukan tingkat efisiensi pembakaran dan prosesnya.

2.4.1.5 Pembangkit Listrik tenaga Diesel (PLTD)

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) ialah Pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel sebagai penggerak mula (prime mover). Prime mover merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator. Mesin diesel sebagai penggerak mula PLTD berfungsi menghasilkan tenaga mekanis yang dipergunakan untuk memutar rotor generator.

2.4.1.6 Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)

Prinsip kerja PLTN hampir mirip dengan cara kerja pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) berbahan bakar fosil lainnya. Jika PLTU menggunakan boiler untuk menghasilkan energi panasnya, PLTN menggantinya dengan menggunakan reaktor nuklir.

2.4.1.7 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Wind Power), adalah pembangkit yang memanfaatkan hembusan angin sebagai sumber penghasil listrik. Alat utamanya adalah generator, dengan generator tersebut maka dapat dihasilkan arus listrik dari gesekan blade / baling-

baling yang bergerak karena hembusan angin. Pembangkit ini lebih efisien dari pada pembangkit listrik tenaga surya didalam menghasilkan listriknya.

2.4.1.8 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah pembangkit yang memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber penghasil listrik. Alat utama untuk menangkap, perubah dan penghasil listrik adalah *Photovoltaic/Panel Solar Cell*. Dengan alat tersebut sinar matahari dirubah menjadi listrik melalui proses aliran-aliran elektron negatif dan positif didalam cell modul tersebut karena perbedaan electron. Hasil dari aliran elektron-elektron akan menjadi listrik DC yang dapat langsung dimanfaatkan untuk mengisi battery / aki sesuai tegangan dan ampere yang diperlukan.

Kelebihan PLTS :

- Energi yang terbarukan/ tidak pernah habis
- Bersih, ramah lingkungan
- Umur panel sel surya panjang/ investasi jangka panjang
- Praktis, tidak memerlukan perawatan
- Sangat cocok untuk daerah tropis seperti Indonesia

2.4.1.9 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

a) Konsep PLTA

PLTA merupakan salah satu jenis pembangkit terbarukan yang mengusung konsep ramah lingkungan, Konsep dasar dari energi terbarukan adalah

Sumber energi yang tak habis-habis, meskipun telah dibatasi atau dikondisikan. Polusi rendah dan dampak yang kecil terhadap lingkungan. Komponen yang relevan terhadap pembangunan berkelanjutan

Saat ini, kebijakan di beberapa Negara ditujukan untuk menjamin peningkatan pengembangan energi terbarukan, khususnya pembangkit listrik tenaga air skala kecil yang dapat member kontribusi dengan biaya murah serta mendorong industri kecil bersaing di dunia internasional.

Pembangkit listrik tenaga air merupakan salah satu sumber energi tertua umat manusia yaitu untuk irigasi dan industri. Saat ini, PLTA skala kecil merupakan salah satu jawaban atas pertanyaan bagaimana menawarkan manfaat elektrifikasi ke masyarakat desa terisolasi dan kemajuan yang terkait dengan hal tersebut.

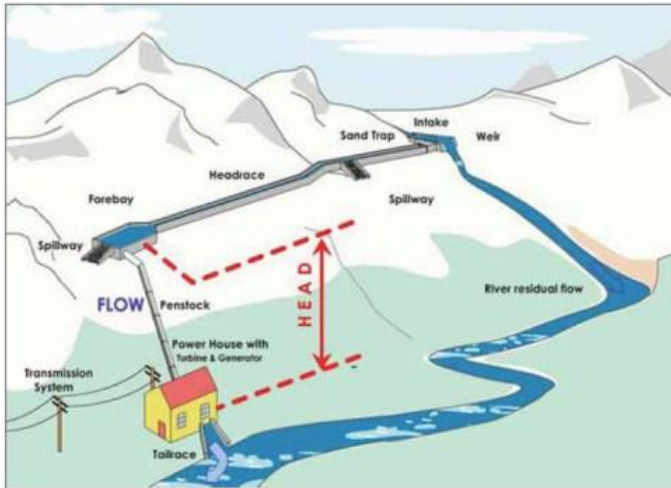
Pembangkit listrik tenaga air memanfaatkan air terjun alami maupun buatan dari sungai, dimana pembangkit jenis ini tidak mengurangi jumlah air karena air yang terpakai akan dikembalikan ke sungai dan bisa digunakan kembali oleh lingkungan tanpa pencemaran.

Pemanfaatan ekonomi energi terbarukan sekarang didasarkan pada teknologi baru dan teknik perlindungan terhadap lingkungan . PLTA memiliki beberapa kelebihan yaitu sebagai desentralisasi, murah dan tidak merusak lingkungan yang sedang dipelopori banyak negara untuk mencapai swasembada energi.

b) Skema dan Komponen bangunan PLTA

PLTA yang akan dirancang menggunakan sistem *run off river*. Pada sistem *run off river*, sebagian air sungai diarahkan ke saluran pembawa, kemudian dialirkan melalui pipa pesat (*penstock*) menuju

turbin yang terletak di dalam rumah pembangkit. Air yang menumbuk turbin keluar melalui *draft tube* menuju *tailrace*.



Gambar 2.5 Skema PLTA

1. Dam/Bendungan Pengalih (*Weir*) dan *Intake*

Bendungan berfungsi untuk menampung aliran air sungai ataupun untuk mengalihkan air agar masuk ke dalam bak pengendap melalui *intake*. Sebuah bendungan biasanya dilengkapi dengan pintu air untuk membuang kotoran dan endapan.



Gambar 2.6 Dam dan *Intake*

2. Bak Pengendap (*Settling Basin*)

Bak pengendap digunakan untuk memindahkan partikel-partikel pasir dari air. Fungsi dari bak pengendap adalah sangat penting untuk melindungi komponen-komponen berikutnya dari sedimen. Bak pengendap dibuat dengan memperdalam dan memperlebar sebagian saluran pembawa dan menambahnya dengan beberapa komponen, seperti saluran pelimpah, saluran penguras dan sekaligus pintu pengurasnya.



Gambar 2.7 Bak Pengendap

3. Saluran Pembawa (*Headrace*)

Saluran pembawa mengikuti kontur dari sisi bukit untuk menjaga elevasi dari air yang disalurkan. Ada berbagai macam saluran pembawa, antara lain terowongan, saluran terbuka dan saluran tertutup. Konstruksi saluran pembawa dapat berupa pasangan batu kali atau hanya berupa tanah yang digali. Pada saluran yang panjang perlu dilengkapi dengan saluran pelimpah pada jarak tertentu. Ini untuk menjaga jika terjadi banjir maka kelebihan air akan terbuang melalui saluran tersebut.



Gambar 2.8 Saluran Pembawa

4. Bak penenang (Headtank/Fore bay)

Fungsi dari bak penenang adalah untuk menenangkan air yang akan masuk turbin melalui *penstock* sesuai dengan debit yang diinginkan, serta untuk pemisahan akhir kotoran dalam air seperti pasir dan kayu-kayuan.



Gambar 2.9 Bak Penenang

5. Pipa Pesat (*Penstock*)

Pipa pesat (*penstock*) berfungsi untuk mengalirkan air dari bak penenang menuju turbin air. Di samping itu, pipa pesat juga mempertahankan tekanan air jatuh sehingga energi di dalam gerakan air tidak terbuang. Air di dalam pipa pesat tidak boleh bocor karena mengakibatkan hilangnya tekanan air.



Gambar 2.10 Pipa Pesat

6. Rumah Pembangkit (*Power House*), Turbin, Generator

Bagian ini berfungsi sebagai rumah tempat semua peralatan mekanik dan elektrik PLTA. Peralatan mekanik seperti Turbin dan Generator berada dalam Rumah Pembangkit dan juga *controller* (panel kontrol).

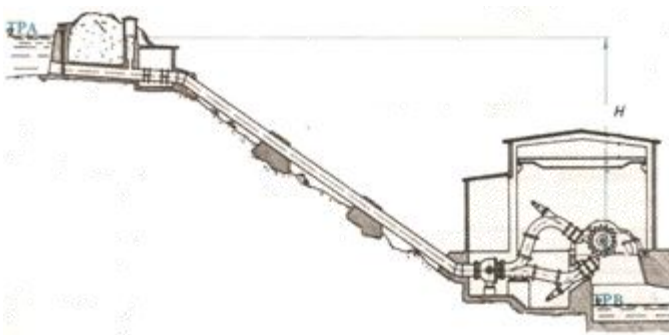
7. Saluran Pembuangan (*Tailrace*)

Tujuan saluran pembuang ini adalah sebagai saluran pembuang aliran air yang masuk kedalam rumah pembangkit setelah melalui turbin turbin. Saluran ini bersatu dengan rumah pembangkit dan aliran sungai.

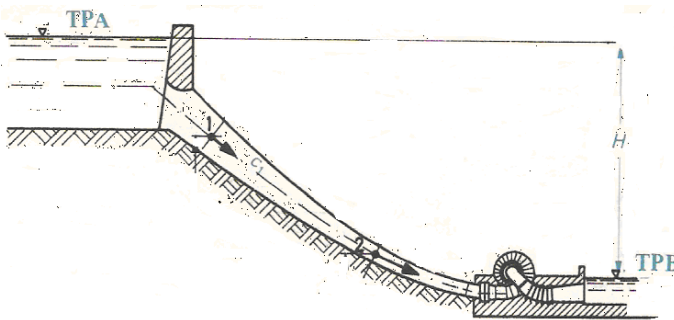
2.5 Tinggi Jatuh Air

Ada dua macam tinggi jatuh air pada suatu instalasi pembangkit listrik yaitu: tinggi jatuh air aktual dan tinggi jatuh air efektif. Untuk jenis turbin air tekanan sama (turbin impuls) tinggi jatuh air aktualnya

dihitung dari permukaan air di kolam penampung TPA (Tinggi Permukaan Air Atas) sampai ke tengah–tengah pancaran air dari nosel. Sedangkan untuk jenis air tekanan lebih (turbin reaksi) tinggi jatuh air aktual dihitung dari permukaan air di kolam penampung sampai ke permukaan air bawah TPB (Tinggi Permukaan Air Bawah).



Gambar 2.11 Tinggi jatuh air aktual untuk turbin tekanan sama



Gambar 2.12 Tinggi jatuh air aktual untuk turbin tekanan lebih

Yang dimaksud dengan tinggi jatuh air efektif adalah tinggi jatuh air aktual dikurangi total kerugian energi (*head losses*) di sepanjang saluran, yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$H_e = H_a - \sum H_L \dots (2.8)$$

Dimana;

H_e = Tinggi jatuh air efektif (m)

H_a = Tinggi jatuh air aktual (m)

H_L = *Head losses* (m)

2.6 Penentuan Daya

Setelah debit dan *head* diketahui, maka untuk menghitung besarnya daya yang dapat dihasilkan turbin digunakan persamaan (2.5) sebagai berikut :

$$P = g \times Q_d \times h_{\text{nett}} \times \eta_T \times \eta_G \dots (2.9)$$

Dimana :

P = Daya (kWatt)

g = Gaya gravitasi bumi (m/s²)

Q_d = Debit disain (m³/s)

h_{nett} = Tinggi jatuh air netto (m)

η_T = Efisiensi turbin

η_G = Efisiensi generator

2.7 Penentuan Energi

Setelah didapatkan daya, kemudian untuk perhitungan energi dapat menggunakan rumus :

$$E = P \times T \times \%Prob \dots (2.10)$$

Dimana :

E = Energi (MWH)

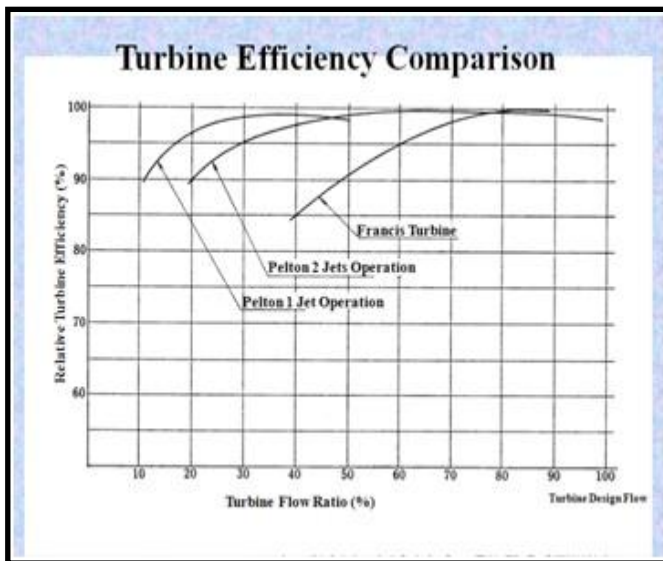
P = Daya (kWatt)

T = Waktu (jam/tahun)

%Prob = Probabilitas Debit

2.8 Efisiensi Turbin

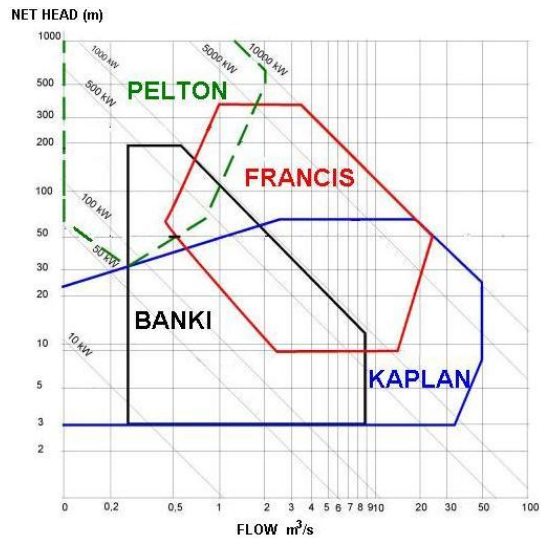
Efisiensi turbin didapat dari grafik hubungan antara efisiensi turbin dengan rasio aliran, sehingga efisiensi turbin dapat berubah seiring dengan rasio alirannya. Kemudian untuk penentuan efisiensi turbin sendiri dapat menggunakan grafik :



Gambar 2.13 Pengaruh perbandingan rasio aliran terhadap efisiensi

2.9 Pemilihan Jenis Turbin

Berdasarkan perbandingan debit dan tinggi jatuh air maka dapat ditentukan jenis turbin yang dapat digunakan dalam perencanaan sebuah PLTA.



Gambar 2.14 Kriteria Jenis Turbin Berdasarkan *head* dan debit air

BAB III

METODOLOGI

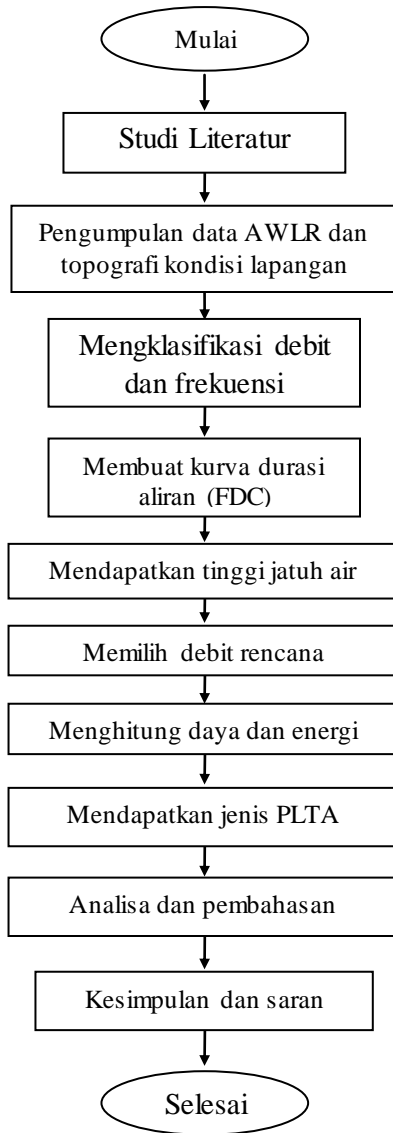
3.1 Umum

Untuk memperoleh tujuan dari penulisan ini, harus dipersiapkan suatu program kerja yang memuat langkah-langkah yang akan dilakukan selama penulisan. Program kerja ini dibuat sedemikian rupa sehingga proses dapat dilaksanakan secara sistematis dan dapat berjalan dengan efektif, efisien, dan tepat sasaran.

3.2 Rencana Kerja

Penulisan diawali dengan mengumpulkan bahan-bahan literatur berupa teori sebagai dasar pemikiran dan data-data lain yang berkaitan dengan penulisan, kemudian dilakukan pemahaman terhadap metoda yang akan dilakukan selama pelaksanaan. Tahap-tahap pengerjaan penelitian meliputi tahapan penentuan masalah, penentuan tujuan dan lingkup studi, studi literatur, pengumpulan data AWLR dan topografi lokasi studi, dan dilanjutkan dengan perhitungan dan pengolahan data, sehingga didapatkan hasil yang akurat dalam penelitian ini. Metoda yang digunakan adalah metoda analitik dengan menggunakan rumus-rumus dalam bidang Rekayasa Sumber Daya Air.

Untuk lebih jelasnya, tahapan atau prosedur kerja dari pengerjaan tugas akhir ini dapat dilihat dari bagan alir di bawah:



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan salah satu tahapan sangat penting dalam penelitian. Teknik pengumpulan data yang benar akan menghasilkan data sekunder yang memiliki kredibilitas tinggi, dan sebaliknya. Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- Data hidrologi berupa debit aliran sungai yang diperoleh dari data AWLR (Automatic Water Level Record) stasiun kandangampe, Lubuk Alung, Padang pariaman. Data AWLR ini diperoleh dari dinas PSDA Sumatera Barat.
- Data topografi daerah batang Anai yang diperoleh dari peta Jantop TNI Angkatan Darat.

3.4 Pengolahan dan Analisis Data

Setelah diperoleh data sekunder, maka langkah selanjutnya mengolah data tersebut agar dapat dilakukan analisa dari data yang di olah tersebut. Beberapa data yang diolah tersebut adalah :

- Data debit
Data debit diperoleh dari data AWLR stasiun kandang ampek. Dari data tersebut dilakukan pengumpulan data tiap tahunnya dalam program excel. Dari data aliran tiap tahunnya, kemudian dikelompokkan nilai debit tertentu dalam interval kelas dan dihitung jumlah kejadian nilai debit tersebut terulang sesuai dengan interval kelas dari frekuensi tersebut, yang selanjutnya jumlah itu disebut frekuensi. dijadikan persentase sesuai dengan perbandingan total frekuensi dalam himpunan data debit tahunan dan diurutkan dari data terendah ke data terbesar. Dari pengolahan tersebut

didapatkan tabel debit harian Batang Anai yang selanjutnya menghasilkan kurva durasi aliran.

- Data topografi

Data topografi diperoleh dari peta Jantop Angkatan Darat. Dari peta ini dapat dihitung ketinggian tiap titik rencana lokasi PLTA sehingga hasil akhirnya memperoleh nilai tinggi jatuh air (head).

- Perhitungan

Dari kedua data di atas akan dilakukan pengolahan dan perhitungan data kurva FDC dan Head untuk memperoleh nilai output daya dan energi listrik dengan menggunakan rumus (2.9) dan (2.10). Dari tabel debit harian diambil nilai debit dengan nilai persentase 30% sampai 70% dan data tersebut diperoleh dengan cara interpolasi. Kemudian menentukan nilai efisiensi turbin dan generator dari grafik nilai perbandingan efisiensi turbin dengan rasio aliran. Dari data ini barulah dilakukan perhitungan daya dan energy dengan menggunakan rumus (2.9) dan (2.10) yang nantinya perhitungan tersebut dihasilkan beberapa alternatif untuk pemilihan persentase debit yang akan dimanfaatkan sebagai sumber energi dan jenis PLTA yang akan dibangun.

3.5 Pembahasan dan Kesimpulan

Dari beberapa data yang sudah dihitung dan diolah, maka dilakukan beberapa analisa dari hasil yang didapatkan, diantaranya adalah :

- Posisi optimum dari beberapa opsi lokasi perencanaan PLTA
- Energi yang dihasilkan dari debit dan head yang didapatkan
- Jenis turbin dan PLTA yang digunakan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data debit dan lokasi perencanaan PLTA

4.1.1 Data Debit Harian

Data debit harian diperoleh dari Balai PSDA Kuantan Idragiri dan Balai PSDA Sumatera Barat, yaitu data debit hasil pengolahan dari pos Automatic Water Level Recorder (AWLR) dengan posisi geografis 100° 20' 28" BT dan 0° 29' 44" LS pada stasiun kandang IV, Batang Anai. Dari data tersebut (seperti pada lampiran 1), dengan melakukan analisis frekuensi dapat digambarkan kurva durasi aliran (Flow Duration Curve).

Tabel 4.1 Salah Satu Contoh Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 1990

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agsts	Sept	Okt	Nov	Des
1	8,40	2,00	7,84	7,84	6,72	5,60	7,28	7,00	6,72	7,56	8,80	9,20
2	8,12	2,00	7,84	7,84	6,72	5,60	7,28	7,00	6,72	8,12	6,72	8,40
3	8,80	1,80	7,84	7,84	6,72	5,60	6,72	7,00	6,44	7,56	6,72	7,84
4	8,12	1,80	7,84	7,84	6,44	5,60	6,72	7,00	7,00	7,56	6,44	10,80
5	7,28	1,80	7,84	7,84	10,80	5,16	6,72	7,00	6,72	7,28	6,72	12,00
6	7,00	1,80	7,56	7,84	17,40	5,88	6,72	7,00	6,72	7,28	13,20	10,80
7	7,84	3,00	7,28	7,84	13,20	5,60	6,72	7,28	7,00	6,72	10,00	10,40
8	5,88	2,60	6,72	7,84	9,20	5,60	6,72	7,28	6,72	7,28	8,40	10,40
9	6,44	2,60	8,12	7,84	7,84	7,28	6,72	7,28	6,72	6,44	9,20	10,80
10	6,16	2,20	7,28	7,84	10,00	5,16	6,72	7,28	7,00	5,60	8,40	14,00
11	12,20	2,20	7,00	7,84	10,40	5,60	6,72	7,28	7,00	6,72	8,80	15,60
12	10,30	1,80	7,00	7,84	6,44	5,60	6,72	7,28	7,00	6,16	8,40	17,40
13	10,30	1,80	7,00	7,84	6,72	5,60	6,72	7,28	7,00	6,16	7,84	16,90
14	13,20	1,80	7,00	7,84	6,72	5,34	6,72	7,28	6,72	9,20	7,56	13,60
15	9,60	2,00	7,84	7,84	7,56	5,60	6,72	7,00	7,28	9,60	10,00	13,20
16	10,00	2,20	7,84	7,84	6,16	5,34	6,72	6,44	7,56	7,56	10,80	14,40
17	15,20	3,00	7,56	7,28	6,16	5,34	6,72	6,44	7,84	7,00	10,80	12,40
18	12,40	2,20	7,56	7,00	6,16	7,28	6,72	6,44	7,56	6,72	12,40	14,00
19	19,50	2,00	7,56	6,72	5,88	8,40	6,44	6,72	7,56	6,72	12,40	12,40
20	18,00	2,20	7,56	6,72	5,88	6,72	6,44	6,44	7,56	6,44	10,40	13,20
21	16,90	2,20	7,28	6,44	6,16	7,28	6,44	6,72	7,84	6,44	13,20	20,60
22	13,60	14,00	7,28	6,44	6,16	8,40	6,44	6,44	8,40	6,72	17,40	19,50
23	16,00	10,00	7,28	6,44	5,88	8,40	6,72	6,72	9,20	7,28	12,00	21,50
24	12,80	4,04	8,40	6,44	5,88	11,60	14,00	8,40	9,60	6,44	11,60	18,50
25	10,40	3,00	8,12	7,00	5,88	7,28	14,00	6,16	8,40	7,00	10,80	14,00
26	8,80	5,08	9,20	6,44	5,88	21,60	14,00	6,16	7,84	8,80	10,40	12,40
27	8,12	5,60	7,84	6,16	5,88	9,20	14,00	6,16	7,56	8,40	12,40	14,80
28	8,12	4,30	7,00	6,16	5,88	7,28	14,00	6,16	7,56	14,00	11,20	14,40
29	8,12		8,40	6,16	5,88	7,28	14,00	6,16	7,28	11,20	10,80	12,40
30	7,56		11,60	6,16	5,88	7,28	14,00	6,16	7,56	8,80	10,80	11,20
31	7,56		9,20		6,16		14,00	6,16		8,40		10,00

4.1.2 Lokasi

Secara geografis lokasi studi terletak di bagian sebelah Timur Laut Kabupaten Padang Pariaman atau pada $00^{\circ} 39' \text{ LS}$ dan $100^{\circ} 20' \text{ BT}$. Daerah studi termasuk kedalam peta topografi lembar 1223-I dan 1224-II yang diterbitkan oleh Jantop Angkatan Darat berskala 1:50.000.

Kecamatan Dua kali Sebelas Kayu Tanam mempunyai jumlah penduduk 25925 jiwa (sensus 2012), yang terdiri dari 12774 jiwa laki-laki dan 13151 perempuan, dengan luas daerah 228,7 km² dan merupakan kecamatan terluas di kabupaten Padang Pariaman.

Di Kecamatan ini juga banyak objek wisata, diantaranya Kawasan Wisata Anai, Bumi Perkemahan Asam Pulau, Air Terjun Batang Piaman, Air Terjun Ngungun, Permandian Tirta Alami (Kandang IV), Malibo Anai (Guguk), Lubuk Bonta (Tarok) dan Bumi Perkemahan Sipisang. Di kabupaten Padang Pariaman, satu-satunya hotel terdapat di Kecamatan Dua Kali Sebelas Kayu Tanam ini, termasuk juga lapangan Golf.

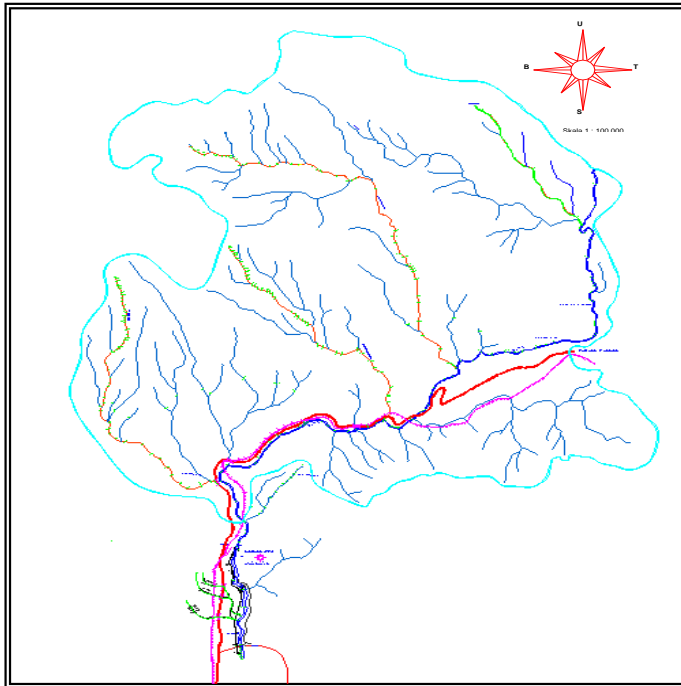
Lokasi sangat mudah diakses, karena berada di sisi jalan raya Padang- Bukittinggi, sedangkan aliran sungai Batang Anai hanya berjarak 400 m - 700 m dari pinggir jalan raya, dengan tinggi tebing 40 m – 55 m. Kondisi ini merupakan keunggulan tersendiri dalam pemanfaatan dan pengembangan sumber air Batang Anai sebagai Pembangkit Energi Listrik.

4.1.3 Kondisi Daerah Aliran Sungai

Kawasan DAS Batang Anai bagian hulu terdiri dari hutan lebat dan hutan lindung. Dengan kondisi ini hidrograf aliran sungai tidak terlalu berfluktuasi, karena hutan sebagai penutup catchment area dapat

berfungsi sebagai reservoir alamiah yang berfungsi menampung air disaat musim hujan dan melepaskannya secara berangsur-angsur pada musim kemarau. Karena sebagian besar DAS merupakan hutan lindung, maka perubahan tata guna lahan pada daerah tangkapan ini boleh dikatakan tidak ada, kecuali dibagian hilir yang merupakan daerah permukiman dan pertanian. Karena bagian hulu DAS ini merupakan lereng Gunung Tandikat, maka kemiringan DAS cukup bervariasi, antara 5% sampai 75%.

Disamping itu di beberapa titik pada DAS yang mempunyai kemiringan yang tajam terjadi longsor, terutama lagi setelah kejadian gempa besar 30 September 2009 yang lalu, yang diikuti dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Dengan kondisi DAS yang diselimuti oleh hutan lebat ini, aliran sungai Batang Anai sangat jernih, dan hampir tidak tercemar limbah yang berlebihan, kecuali dedaunan.



Gambar 4.1 Peta *Catchment Area* Batang Anai

4.1.4 Kondisi Topografi

Peta Topografi yang berkaitan dengan daerah studi adalah peta Jantop Angkatan Darat berskala 1:50.000. Peta ini berguna untuk menentukan batas data-data umum elevasi daerah studi. Dari peta Jantop tersebut diketahui bahwa kondisi topografi pada areal rencana PLTA Anai-1 berkisar antara +185 meter sampai dengan + 310 meter di atas permukaan air laut, yang dibatasi oleh tebing bukit pada bagian kiri dan kanan, sedangkan pada bagian hilir dibatasi oleh lahan persawahan dan permukiman penduduk yang merupakan daerah dataran landai dengan

ketinggian diperkirakan + 125 meter sampai dengan + 170 meter dari muka laut. Kondisi topografi seperti ini cukup baik untuk dikembangkan untuk membangun PLTA, karena mudah mendapatkan beda tinggi (head) dengan membuat saluran penghantar yang mengikuti garis kontur disepanjang tebing sungai.



Gambar 4.2 Kondisi Topografi Daerah Studi

4.2 Pengolahan data debit dan posisi bangunan PLTA

4.2.1 Analisis Frekuensi Aliran

Untuk banyak problem-problem dalam teknik sumber daya air, peneliti diminta untuk menganalisis frekuensi atas kejadian berulang dari suatu aliran-aliran khusus, atau suatu periode waktu (panjang waktu) dimana suatu aliran tertentu diharapkan disamai atau dilampaui. Dari pengumpulan data-data aliran sungai yang terdiri dari aliran-aliran harian rata-rata (daily mean discharges) dan aliran-aliran puncak sesaat.

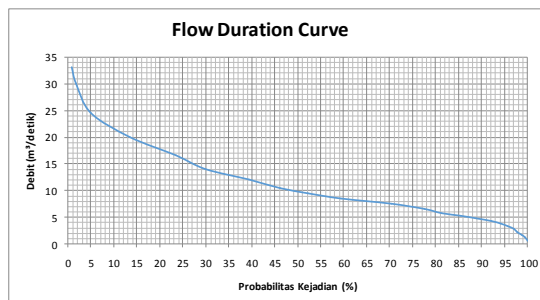
Dari data 20 tahun, data debit dari tahun 1990 sampai tahun 2000 dan tahun 2004 sampai 2012, maka akan ada 7306 data debit harian rata-rata. Frekuensi kejadian berulang dalam suatu kelas (group) tertentu (sesuai dengan kecenderungan frekuensi debit), kemudian dikumpulkan mulai dari yang tertinggi. Selanjutnya dihitung frekuensi dari masing-masing kelas (group). Kumulatif frekuensi dikonversikan kedalam persentase dari jumlah total hari yang memberikan persentase waktu selama suatu debit aliran tertentu disamai atau dilampaui merupakan basis dari kurva waktu aliran (flow duration curve). Metode yang digunakan ini adalah metode distribusi sederhana Weibull.

Setelah data diurut mulai dari yang tertinggi, maka frekuensi untuk masing-masing kelas dapat dilihat pada lampiran 1 adalah :

Tabel 4.2 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt)

Aliran (m ³ /detik)		freq	freq kumulatif	persentase freq
interval kelas	rata2			
> 100	33,00	52	52	0,71
50,00-99,99	30,00	68	120	1,64
25,00-49,99	24,50	239	359	4,91
18,50-24,99	20,00	626	985	13,48
15,00-18,49	16,50	727	1712	23,43
13,00-14,99	14,00	477	2189	29,96
11,00-12,99	12,00	689	2878	39,39
10,00-10,99	10,50	492	3370	46,13
9,00-9,99	9,50	445	3815	52,22
8,00-8,99	8,50	525	4340	59,40
7,00-7,99	7,50	795	5135	70,28
6,00-6,99	6,50	534	5669	77,59
5,50-5,99	5,75	275	5944	81,36
5,00-5,49	5,25	305	6249	85,53
4,50-4,99	4,75	247	6496	88,91
4,00-4,49	4,25	231	6727	92,08
3,50-3,99	3,75	150	6877	94,13
3,00-3,49	3,25	120	6997	95,77
2,50-2,99	2,75	85	7082	96,93
2,00-2,49	2,25	61	7143	97,77
1,50-1,99	1,75	62	7205	98,62
1,00-1,49	1,25	56	7261	99,38
0-0,99	0,50	45	7306	100,00

Dari tabel diatas diambil nilai persentase dan rata-rata aliran yang akan menghasilkan grafik kurva durasi aliran (FDC). Dari FDC inilah baru bisa menentukan produksi daya dan energi listrik perencanaan PLTA dengan beberapa alternatif persen debit rencana.

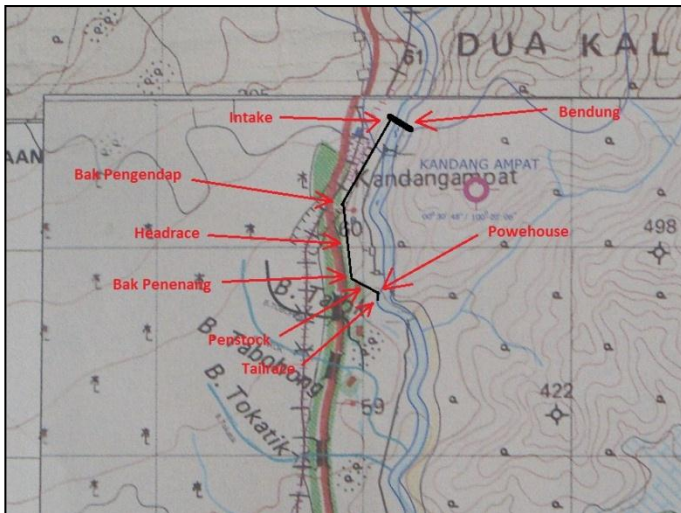


Gambar 4.3 Kurva Durasi Aliran

4.2.2 Menentukan posisi bangunan PLTA

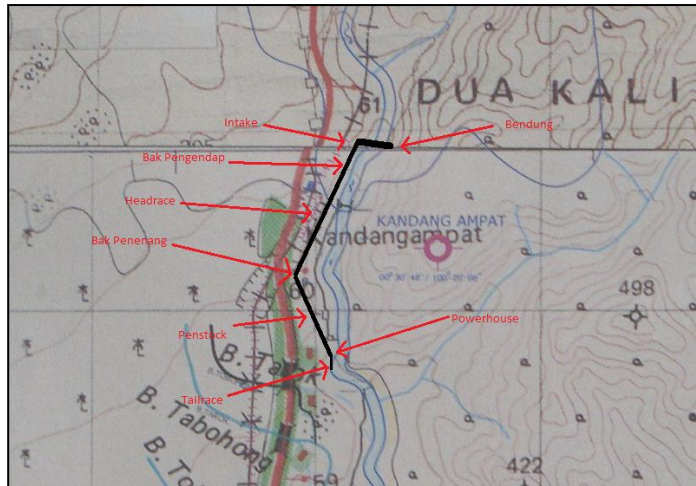
Dalam menentukan lokasi PLTA ini, pemilihan lokasi bangunan utama didasarkan pada kondisi topografi sungai dengan menggunakan peta Jantop Angkatan Darat, agar mendapatkan posisi yang menguntungkan untuk *head* dan jarak bendung ke *penstock* tidak terlalu jauh.

Peneliti menentukan 3 lokasi yang akan dijadikan posisi bangunan dari PLTA ini dan akan dilakukan perhitungan tinggi jatuh air (*head*) pada ketiga lokasi ini.



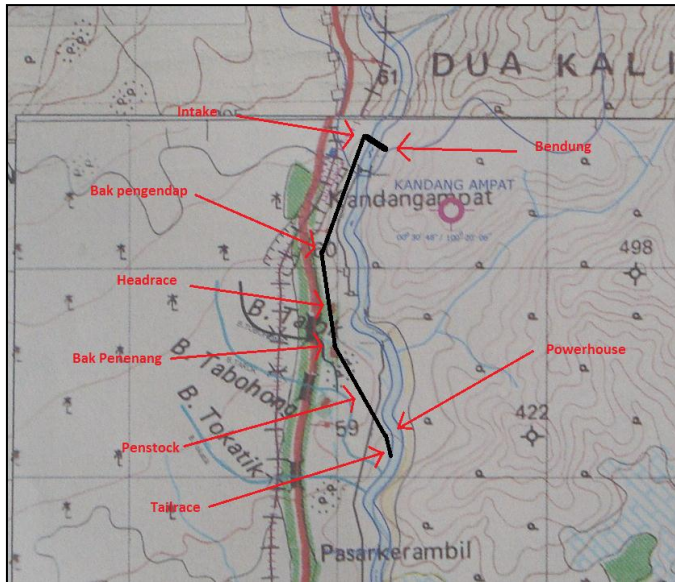
Gambar 4.4 Perencanaan Lokasi PLTA alternatif 1

Setelah didapatkan lokasi PLTA, kemudian dihitung jatuh tinggi bersih (*head netto*). Dalam studi ini didapatkan *head bruto* ± 28 m kemudian dikalikan 90% sehingga didapatkan nilai *head netto*nya adalah 25,2 m.



Gambar 4.5 Perencanaan Lokasi PLTA alternatif 2

Setelah didapatkan lokasi PLTA, kemudian dihitung jatuh tinggi bersih (head netto). Dalam studi ini didapatkan head bruto ± 50 m kemudian dikalikan 90% sehingga didapatkan nilai head nettonya adalah 45 m.



Gambar 4.6 Perencanaan Lokasi PLTA alternatif 3

Setelah didapatkan lokasi PLTA, kemudian dihitung jatuh tinggi bersih (head netto). Dalam studi ini didapatkan head bruto ± 40 m kemudian dikalikan 90% sehingga didapatkan nilai head netto nya adalah 36 m.

4.3 Produksi Daya dan Energi Listrik

Setelah didapatkan FDC (Flow Duration Curve), kemudian menentukan beberapa debit rencana yang selanjutnya menghasilkan disain produksi energi sesuai dari beberapa alternatif debit rencana. Dalam studi ini diambil beberapa alternatif debit rencana yaitu 30%, 40%, 50%, 60%, 70% dan nilai debitnya diperoleh dengan melakukan interpolasi dari data persentase frekuensi dan rata-rata aliran pada tabel 4.2.

Tabel 4.3 Nilai Debit dan Persentase Probabilitas Hasil Interpolasi dari tabel 4.2

Debit (m ³ /dt)	Prob (%)
13,991	30
12,931	35
11,864	40
10,751	45
9,864	50
9,112	55
8,444	60
7,985	65
7,525	70
6,854	75
6,020	80
5,313	85
4,578	90
3,484	95

Daya pada setiap alternatif yang akan dihasilkan oleh PLTA menggunakan rumus 2.9 seperti berikut :

$$P = 9,81 \times H_n \times Q_d \times \eta_T \times \eta_G$$

Dimana :

P = Daya (kWatt)

g = Gaya gravitasi bumi (m/s²)

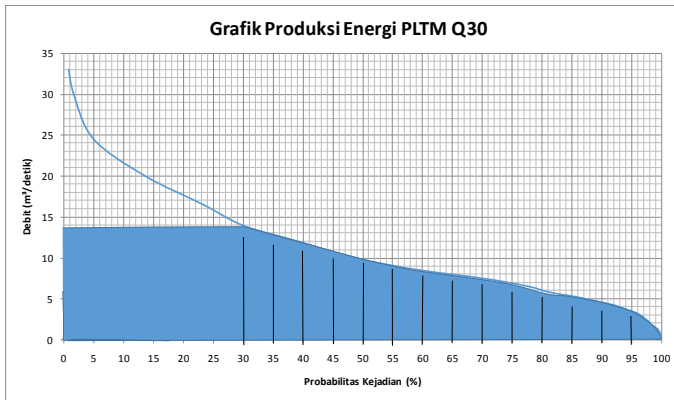
Qd = Debit disain (m³/s)

hnett = Tinggi jatuh air netto (m)

η_T = Efisiensi turbin

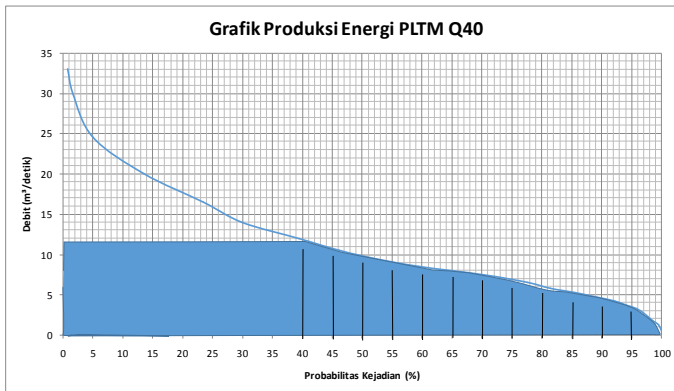
η_G = Efisiensi generator

Besarnya efesiensi turbin diambil berdasarkan perbandingan antara debit dan debit maksimum (Q / Q_{maks}). Suatu ilustrasi efesiensi turbin untuk setiap debit aliran yang masuk turbin ditunjukkan pada gambar 4.12. Sedangkan efesiensi generator dapat di ambil 0.95 atau diambil dari data efesiensi yang dikeluarkan pabrikan.



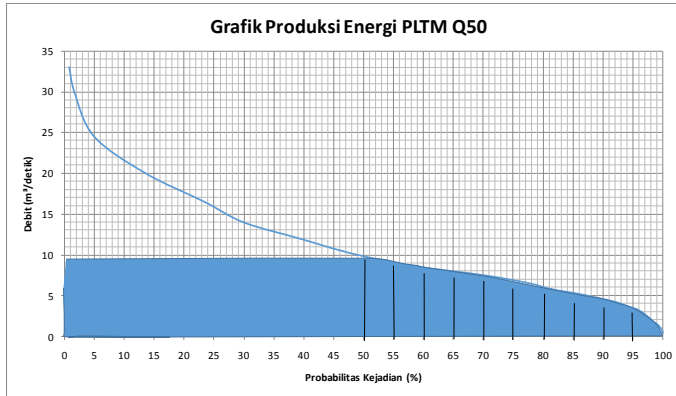
Gambar 4.7 Grafik Produksi Energi PLTA Q30

Untuk grafik di atas nilai debit yang diambil bernilai 13,991 m^3/detik untuk ketersediaan debit sebesar 30%.



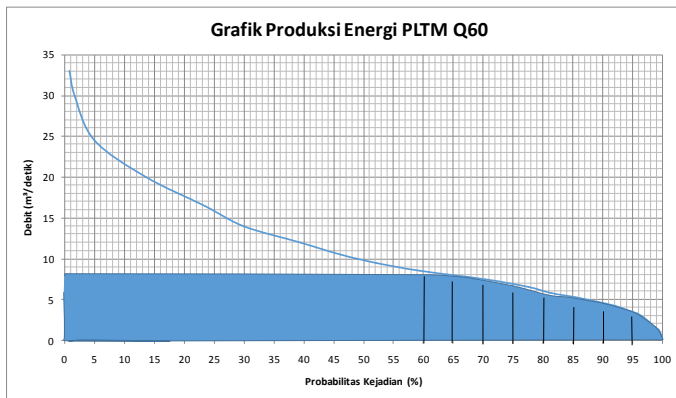
Gambar 4.8 Grafik Produksi Energi PLTA Q40

Untuk grafik di atas nilai debit yang diambil bernilai 9,864 m^3/detik untuk ketersediaan debit sebesar 40%.



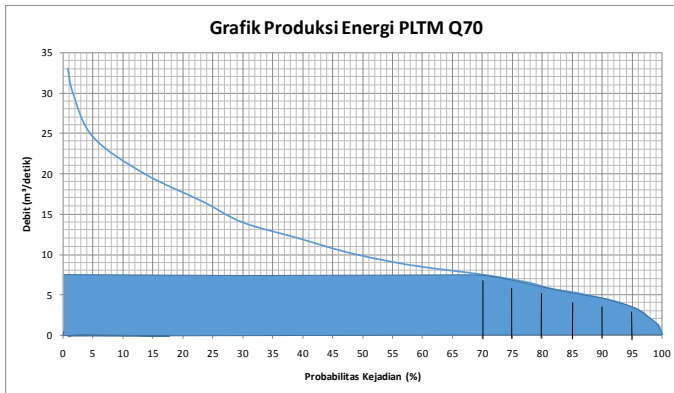
Gambar 4.9 Grafik Produksi Energi PLTA Q50

Untuk grafik di atas nilai debit yang diambil bernilai 8,444 m^3/detik untuk ketersediaan debit sebesar 50%.



Gambar 4.10 Grafik Produksi Energi PLTA Q60

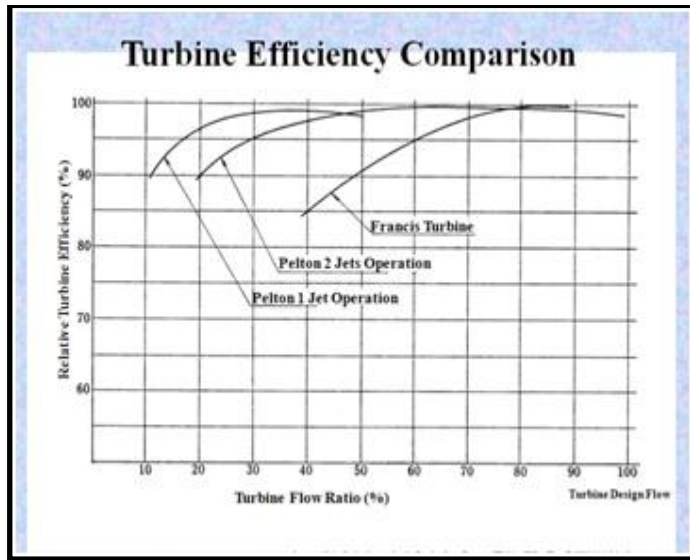
Untuk grafik di atas nilai debit yang diambil bernilai 11,864 m^3/detik untuk ketersediaan debit sebesar 60%.



Gambar 4.11 Grafik Produksi Energi PLTA Q70

Untuk grafik di atas nilai debit yang diambil bernilai 7,525 m³/detik untuk ketersediaan debit sebesar 70%.

Debit yang digunakan dalam perencanaan erat kaitannya dengan FDC, karena berhubungan dengan produksi energi dan pembiayaan konstruksi. Q dengan probabilitas yang kecil akan memberikan biaya konstruksi yang besar, daya yang besar, dan indeks biaya (biaya konstruksi / produksi energi) akan besar, tetapi faktor kapasitas kecil. Sebaliknya Q dengan probabilitas kejadian yang besar, menghasilkan daya yang kecil, tetapi biaya konstruksi akan tidak sebanding dengan daya yang dihasilkan terutama bangunan bendung yang harus dibangun pada lembah sungai dimensinya hampir sama untuk semua pilihan probabilitas Q, sehingga biaya indeks biaya juga akan besar. Untuk itu biasanya dilakukan optimasi, yaitu dengan menghitung biaya dan produksi energi untuk setiap pilihan probabilitas Q, nilai indeks biaya yang terkecil yang menentukan. Pada umumnya nilai optimum adalah antara probabilitas Q 30% waktu dan 70 % waktu.



Gambar 4.12 Grafik nilai efisiensi turbin dengan perbandingan rasio aliran

Dengan bantuan FDC, maka energi tahunan suatu pembangkit dapat dihitung, yaitu besarnya daya dikalikan dengan waktu. Besarnya produksi energi sama dengan luas bidang yang dibatasi oleh garis daya disain (maksimum) dan pada nilai daya untuk debit dengan probabilitas yang besar dari Q probabilitas rencana, garisnya mengikuti pola FDC. Untuk perhitungan energi dapat menggunakan rumus 2.10 seperti berikut :

$$E = P \times T \times \%Prob$$

Dimana :

E = Energi (MWH)

P = Daya (kWatt)

T = Waktu (jam/tahun)

%Prob = Probabilitas Debit

Untuk waktu (T) sendiri hari dalam tahun yang digunakan dalam perhitungan adalah 350 hari, hal ini didasari dari pengurangan hari perawatan (*maintenance*) yang berjumlah ± 15 hari dan selanjutnya produksi energi untuk masing-masing alternatif skema PLTA dapat dihitung yang dapat dilihat pada tabel (4.4 – 4.18). Sedangkan faktor kapasitas (CF) adalah rasio antara daya rata-rata dengan daya maksimum, atau sama dengan luas bidang yang diarsir (gambar 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8) dibagi dengan luas bidang empat persegi selama 100% dengan tinggi daya maksimum.

Dari perhitungan tinggi jatuh air dari ketiga lokasi yang ditentukan, didapatkan head netto lokasi 1 adalah 25.2 m, lokasi 2 adalah 45 m, dan lokasi 3 adalah 36 m.

Dari ketiga lokasi tersebut dilakukan perhitungan daya dan energy sebagai berikut :

4.3.2 Lokasi 1

Tabel 4.4 Perhitungan Daya Alternatif 1

Debit (m ³ /dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob.(%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
13.991	30	1.000	0.980	0.950	0.931	3220.090	100	27048.754
13.991	30	1.000	0.980	0.950	0.931	3220.090	30	8114.626
12.931	35	0.924	0.990	0.950	0.941	3006.495	5	1307.583
11.864	40	0.848	0.999	0.950	0.949	2783.491	5	1215.897
10.751	45	0.768	0.980	0.950	0.931	2474.390	5	1104.155
9.864	50	0.705	0.980	0.950	0.931	2270.243	5	996.373
9.112	55	0.651	0.965	0.950	0.917	2065.067	5	910.415
8.444	60	0.604	0.950	0.950	0.903	1883.931	5	829.290
7.985	65	0.571	0.940	0.950	0.893	1762.771	5	765.807
7.525	70	0.538	0.920	0.950	0.874	1625.876	5	711.616
6.854	75	0.490	0.900	0.950	0.855	1448.704	5	645.662
6.020	80	0.430	0.860	0.950	0.817	1215.873	5	559.561
5.313	85	0.380	0.830	0.950	0.789	1035.645	5	472.819
4.578	90	0.327	0.800	0.950	0.760	860.120	5	398.111
3.484	95	0.249	0.740	0.950	0.703	605.484	5	307.777
					Produksi Energi Total, Et			18339.691
					Energi Kapasitas , Ek			27048.754
					Faktor Kapasitas , (Et/Ek)			67.80%

Pada daya alternatif 1 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 30% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 67,80%.

Tabel 4.5 Perhitungan Daya Alternatif 2

Debit (m ³ /dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob.(%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5.000	6	7	8	9
11.864	40	1.000	0.980	0.950	0.931	2730.551	100	22936.632
11.864	40	1.000	0.980	0.950	0.931	2730.551	40	9174.653
10.751	45	0.906	0.990	0.950	0.941	2499.639	5	1098.340
9.864	50	0.831	0.999	0.950	0.949	2314.258	5	1010.918
9.112	55	0.768	0.980	0.950	0.931	2097.167	5	926.399
8.444	60	0.712	0.980	0.950	0.931	1943.424	5	848.524
7.985	65	0.673	0.970	0.950	0.922	1819.030	5	790.115
7.525	70	0.634	0.960	0.950	0.912	1696.567	5	738.275
6.854	75	0.578	0.940	0.950	0.893	1513.091	5	674.028
6.020	80	0.507	0.910	0.950	0.865	1286.563	5	587.927
5.313	85	0.448	0.880	0.950	0.836	1098.034	5	500.765
4.578	90	0.386	0.830	0.950	0.789	892.374	5	417.986
3.484	95	0.294	0.780	0.950	0.741	638.213	5	321.423
					Produksi Energi Total, Et			17089.354
					Energi Kapasitas , Ek			22936.632
					Faktor Kapasitas , (Et/Ek)			74.51%

Pada daya alternatif 2 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 40% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 74,51%.

Tabel 4.6 Perhitungan Daya Alternatif 3

Debit (m ³ /dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob.(%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5.000	6	7	8	9
9.864	50	1.000	0.980	0.950	0.931	2270.243	100	19070.039
9.864	50	1.000	0.980	0.950	0.931	2270.243	50	9535.019
9.112	55	0.924	0.990	0.950	0.941	2118.566	5	921.650
8.444	60	0.856	0.999	0.950	0.949	1981.102	5	860.930
7.985	65	0.810	0.999	0.950	0.949	1873.413	5	809.448
7.525	70	0.763	0.980	0.950	0.931	1731.912	5	757.118
6.854	75	0.695	0.980	0.950	0.931	1577.478	5	694.972
6.020	80	0.610	0.960	0.950	0.912	1357.253	5	616.294
5.313	85	0.539	0.940	0.950	0.893	1172.900	5	531.332
4.578	90	0.464	0.890	0.950	0.846	956.883	5	447.254
3.484	95	0.353	0.820	0.950	0.779	670.942	5	341.843
					Produksi Energi Total, Et			15515.861
					Energi Kapasitas , Ek			19070.039
					Faktor Kapasitas , (Et/Ek)			81.36%

Pada daya alternatif 3 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 50% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 81,36%.

Tabel 4.7 Perhitungan Daya Alternatif 4

Debit (m ³ /dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob.(%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5.000	6	7	8	9
8.444	60	1.000	0.980	0.950	0.931	1943.424	100	16324.758
8.444	60	1.000	0.980	0.950	0.931	1943.424	60	9794.855
7.985	65	0.946	0.990	0.950	0.941	1856.536	5	797.991
7.525	70	0.891	0.990	0.950	0.941	1749.584	5	757.285
6.854	75	0.812	0.999	0.950	0.949	1608.062	5	705.106
6.020	80	0.713	0.980	0.950	0.931	1385.529	5	628.654
5.313	85	0.629	0.960	0.950	0.912	1197.855	5	542.511
4.578	90	0.542	0.940	0.950	0.893	1010.641	5	463.784
3.484	95	0.413	0.860	0.950	0.817	703.671	5	360.005
					Produksi Energi Total, Et			14050.191
					Energi Kapasitas , Ek			16324.758
					Faktor Kapasitas , (Et/Ek)			86.07%

Pada daya alternatif 4 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 60% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 86,07%.

Tabel 4.8 Perhitungan Daya Alternatif 5

Debit (m ³ /dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob.(%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5.000	6	7	8	9
7.525	70	1.000	0.980	0.950	0.931	1731.912	100	14548.058
7.525	70	1.000	0.980	0.950	0.931	1731.912	70	10183.640
6.854	75	0.911	0.990	0.950	0.941	1593.575	5	698.352
6.020	80	0.800	0.999	0.950	0.949	1412.392	5	631.253
5.313	85	0.706	0.980	0.950	0.931	1222.810	5	553.392
4.578	90	0.608	0.960	0.950	0.912	1032.144	5	473.540
3.484	95	0.463	0.890	0.950	0.846	728.218	5	369.676
					Produksi Energi Total, Et			12909.854
					Energi Kapasitas , Ek			14548.058
					Faktor Kapasitas , (Et/Ek)			88.74%

Pada daya alternatif 5 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 70% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 88,74%.

4.3.3 Lokasi 2

Tabel 4.9 Perhitungan Daya Alternatif 1

Debit (m3/dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob.(%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
13.991	30	1.000	0.980	0.950	0.931	5750.160	100	48301.347
13.991	30	1.000	0.980	0.950	0.931	5750.160	30	14490.404
12.931	35	0.924	0.990	0.950	0.941	5368.741	5	2334.969
11.864	40	0.848	0.999	0.950	0.949	4970.519	5	2171.245
10.751	45	0.768	0.980	0.950	0.931	4418.553	5	1971.705
9.864	50	0.705	0.980	0.950	0.931	4054.005	5	1779.237
9.112	55	0.651	0.965	0.950	0.917	3687.620	5	1625.741
8.444	60	0.604	0.950	0.950	0.903	3364.162	5	1480.874
7.985	65	0.571	0.940	0.950	0.893	3147.806	5	1367.513
7.525	70	0.538	0.920	0.950	0.874	2903.350	5	1270.743
6.854	75	0.490	0.900	0.950	0.855	2586.972	5	1152.968
6.020	80	0.430	0.860	0.950	0.817	2171.201	5	999.216
5.313	85	0.380	0.830	0.950	0.789	1849.367	5	844.319
4.578	90	0.327	0.800	0.950	0.760	1535.928	5	710.912
3.484	95	0.249	0.740	0.950	0.703	1081.222	5	549.602
					Produksi Energi Total, Et			32749.449
					Energi Kapasitas , Ek			48301.347
					Faktor Kapasitas , (Et/Ek)			67.80%

Pada daya alternatif 1 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 30% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 67,80%.

Tabel 4.10 Perhitungan Daya Alternatif 2

Debit (m3/dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob.(%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5.000	6	7	8	9
11.864	40	1.000	0.980	0.950	0.931	4875.985	100	40958.272
11.864	40	1.000	0.980	0.950	0.931	4875.985	40	16383.309
10.751	45	0.906	0.990	0.950	0.941	4463.640	5	1961.321
9.864	50	0.831	0.999	0.950	0.949	4132.603	5	1805.211
9.112	55	0.768	0.980	0.950	0.931	3744.940	5	1654.284
8.444	60	0.712	0.980	0.950	0.931	3470.399	5	1515.221
7.985	65	0.673	0.970	0.950	0.922	3248.267	5	1410.920
7.525	70	0.634	0.960	0.950	0.912	3029.583	5	1318.349
6.854	75	0.578	0.940	0.950	0.893	2701.949	5	1203.622
6.020	80	0.507	0.910	0.950	0.865	2297.434	5	1049.870
5.313	85	0.448	0.880	0.950	0.836	1960.774	5	894.224
4.578	90	0.386	0.830	0.950	0.789	1593.525	5	746.403
3.484	95	0.294	0.780	0.950	0.741	1139.667	5	573.970
					Produksi Energi Total, Et			30516.704
					Energi Kapasitas , Ek			40958.272
					Faktor Kapasitas , (Et/Ek)			74.51%

Pada daya alternatif 2 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 40% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 74,51%.

Tabel 4.11 Perhitungan Daya Alternatif 3

Debit (m3/dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob.(%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5.000	6	7	8	9
9.864	50	1.000	0.980	0.950	0.931	4054.005	100	34053.641
9.864	50	1.000	0.980	0.950	0.931	4054.005	50	17026.820
9.112	55	0.924	0.990	0.950	0.941	3783.154	5	1645.803
8.444	60	0.856	0.999	0.950	0.949	3537.682	5	1537.376
7.985	65	0.810	0.999	0.950	0.949	3345.381	5	1445.443
7.525	70	0.763	0.980	0.950	0.931	3092.699	5	1351.997
6.854	75	0.695	0.980	0.950	0.931	2816.925	5	1241.021
6.020	80	0.610	0.960	0.950	0.912	2423.666	5	1100.524
5.313	85	0.539	0.940	0.950	0.893	2094.463	5	948.807
4.578	90	0.464	0.890	0.950	0.846	1708.720	5	798.669
3.484	95	0.353	0.820	0.950	0.779	1198.111	5	610.435
					Produksi Energi Total, Et			27706.895
					Energi Kapasitas , Ek			34053.641
					Faktor Kapasitas , (Et/Ek)			81.36%

Pada daya alternatif 3 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 50% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 81,36%.

Tabel 4.12 Perhitungan Daya Alternatif 4

Debit (m3/dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob.(%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5.000	6	7	8	9
8.444	40	1.000	0.980	0.950	0.931	3470.399	100	29151.353
8.444	60	1.000	0.980	0.950	0.931	3470.399	60	17490.812
7.985	65	0.946	0.990	0.950	0.941	3315.242	5	1424.985
7.525	70	0.891	0.990	0.950	0.941	3124.258	5	1352.295
6.854	75	0.812	0.999	0.950	0.949	2871.539	5	1259.117
6.020	80	0.713	0.980	0.950	0.931	2474.159	5	1122.597
5.313	85	0.629	0.960	0.950	0.912	2139.027	5	968.769
4.578	90	0.542	0.940	0.950	0.893	1804.716	5	828.186
3.484	95	0.413	0.860	0.950	0.817	1256.556	5	642.867
					Produksi Energi Total, Et			25089.627
					Energi Kapasitas , Ek			29151.353
					Faktor Kapasitas , (Et/Ek)			86.07%

Pada daya alternatif 4 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 60% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 86,07%.

Tabel 4.13 Perhitungan Daya Alternatif 5

Debit (m ³ /dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob. (%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5.000	6	7	8	9
7.525	40	1.000	0.980	0.950	0.931	3092.699	100	25978.675
7.525	70	1.000	0.980	0.950	0.931	3092.699	70	18185.072
6.854	75	0.911	0.990	0.950	0.941	2845.669	5	1247.057
6.020	80	0.800	0.999	0.950	0.949	2522.128	5	1127.237
5.313	85	0.706	0.980	0.950	0.931	2183.590	5	988.201
4.578	90	0.608	0.960	0.950	0.912	1843.114	5	845.608
3.484	95	0.463	0.890	0.950	0.846	1300.389	5	660.136
						Produksi Energi Total, Et		23053.311
						Energi Kapasitas , Ek		25978.675
						Faktor Kapasitas , (Et/Ek)		88.74%

Pada daya alternatif 5 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 70% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 88,74%.

4.3.4 Lokasi 3

Tabel 4.14 Perhitungan Daya Alternatif 1

Debit (m ³ /dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob. (%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
13.991	30	1.000	0.980	0.950	0.931	4600.128	100	38641.078
13.991	30	1.000	0.980	0.950	0.931	4600.128	30	11592.323
12.931	35	0.924	0.990	0.950	0.941	4294.993	5	1867.975
11.864	40	0.848	0.999	0.950	0.949	3976.415	5	1736.996
10.751	45	0.768	0.980	0.950	0.931	3534.842	5	1577.364
9.864	50	0.705	0.980	0.950	0.931	3243.204	5	1423.390
9.112	55	0.651	0.965	0.950	0.917	2950.096	5	1300.593
8.444	60	0.604	0.950	0.950	0.903	2691.330	5	1184.699
7.985	65	0.571	0.940	0.950	0.893	2518.244	5	1094.011
7.525	70	0.538	0.920	0.950	0.874	2322.680	5	1016.594
6.854	75	0.490	0.900	0.950	0.855	2069.578	5	922.374
6.020	80	0.430	0.860	0.950	0.817	1736.961	5	799.373
5.313	85	0.380	0.830	0.950	0.789	1479.493	5	675.455
4.578	90	0.327	0.800	0.950	0.760	1228.743	5	568.730
3.484	95	0.249	0.740	0.950	0.703	864.978	5	439.681
						Produksi Energi Total, Et		26199.559
						Energi Kapasitas , Ek		38641.078
						Faktor Kapasitas , (Et/Ek)		67.80%

Pada daya alternatif 1 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 30% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 67,80%.

Tabel 4.15 Perhitungan Daya Alternatif 2

Debit (m ³ /dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob.(%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5.000	6	7	8	9
11.864	40	1.000	0.980	0.950	0.931	3900.788	100	32766.618
11.864	40	1.000	0.980	0.950	0.931	3900.788	40	13106.647
10.751	45	0.906	0.990	0.950	0.941	3570.912	5	1569.057
9.864	50	0.831	0.999	0.950	0.949	3306.082	5	1444.169
9.112	55	0.768	0.980	0.950	0.931	2995.952	5	1323.427
8.444	60	0.712	0.980	0.950	0.931	2776.319	5	1212.177
7.985	65	0.673	0.970	0.950	0.922	2598.614	5	1128.736
7.525	70	0.634	0.960	0.950	0.912	2423.666	5	1054.679
6.854	75	0.578	0.940	0.950	0.893	2161.559	5	962.897
6.020	80	0.507	0.910	0.950	0.865	1837.947	5	839.896
5.313	85	0.448	0.880	0.950	0.836	1568.619	5	715.379
4.578	90	0.386	0.830	0.950	0.789	1274.820	5	597.122
3.484	95	0.294	0.780	0.950	0.741	911.733	5	459.176
					Produksi Energi Total, Et			24413.363
					Energi Kapasitas , Ek			32766.618
					Faktor Kapasitas , (Et/Ek)			74.51%

Pada daya alternatif 2 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 40% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 74,51%.

Tabel 4.16 Perhitungan Daya Alternatif 3

Debit (m ³ /dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob.(%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5.000	6	7	8	9
9.864	50	1.000	0.980	0.950	0.931	3243.204	100	27242.913
9.864	50	1.000	0.980	0.950	0.931	3243.204	50	13621.456
9.112	55	0.924	0.990	0.950	0.941	3026.523	5	1316.643
8.444	60	0.856	0.999	0.950	0.949	2830.146	5	1229.901
7.985	65	0.810	0.999	0.950	0.949	2676.304	5	1156.355
7.525	70	0.763	0.980	0.950	0.931	2474.159	5	1081.597
6.854	75	0.695	0.980	0.950	0.931	2253.540	5	992.817
6.020	80	0.610	0.960	0.950	0.912	1938.933	5	880.419
5.313	85	0.539	0.940	0.950	0.893	1675.571	5	759.046
4.578	90	0.464	0.890	0.950	0.846	1366.976	5	638.935
3.484	95	0.353	0.820	0.950	0.779	958.489	5	488.348
					Produksi Energi Total, Et			22165.516
					Energi Kapasitas , Ek			27242.913
					Faktor Kapasitas , (Et/Ek)			81.36%

Pada daya alternatif 3 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 50% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 81,36%.

Tabel 4.17 Perhitungan Daya Alternatif 4

Debit (m3/dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob.(%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5.000	6	7	8	9
8.444	40	1.000	0.980	0.950	0.931	2776.319	100	23321.082
8.444	60	1.000	0.980	0.950	0.931	2776.319	60	13992.649
7.985	65	0.946	0.990	0.950	0.941	2652.194	5	1139.988
7.525	70	0.891	0.990	0.950	0.941	2499.406	5	1081.836
6.854	75	0.812	0.999	0.950	0.949	2297.231	5	1007.294
6.020	80	0.713	0.980	0.950	0.931	1979.328	5	898.077
5.313	85	0.629	0.960	0.950	0.912	1711.221	5	775.015
4.578	90	0.542	0.940	0.950	0.893	1443.772	5	662.549
3.484	95	0.413	0.860	0.950	0.817	1005.245	5	514.294
						Produksi Energi Total, Et		20071.702
						Energi Kapasitas , Ek		23321.082
						Faktor Kapasitas , (Et/Ek)		86.07%

Pada daya alternatif 4 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 60% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 86,07%.

Tabel 4.18 Perhitungan Daya Alternatif 5

Debit (m3/dt)	Prob. (%)	Q/Qmaks	η_T	η_G	η_{Tot}	daya (kW)	Δ Prob.(%)	Energi (MWH)
1	2	3	4	5.000	6	7	8	9
7.525	40	1.000	0.980	0.950	0.931	2474.159	100	20782.940
7.525	70	1.000	0.980	0.950	0.931	2474.159	70	14548.058
6.854	75	0.911	0.990	0.950	0.941	2276.535	5	997.646
6.020	80	0.800	0.999	0.950	0.949	2017.702	5	901.790
5.313	85	0.706	0.980	0.950	0.931	1746.872	5	790.561
4.578	90	0.608	0.960	0.950	0.912	1474.491	5	676.486
3.484	95	0.463	0.890	0.950	0.846	1040.311	5	528.108
						Produksi Energi Total, Et		18442.649
						Energi Kapasitas , Ek		20782.940
						Faktor Kapasitas , (Et/Ek)		88.74%

Pada daya alternatif 5 ini probabilitas yang diambil memiliki range nilai dari 70% sampai 95% dengan nilai faktor kapasitas senilai 88,74%.

4.4 Hasil

Dari hasil perhitungan energi pada tiga lokasi penelitian, didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Lokasi 1

% Prob	Qren m ³ /detik	Daya (MW)	Kapasitas Energi (MWH)	Produksi energi (MWH)	CF
30	13.991	3220.090	27048.754	18339.691	67.80%
40	11.864	2730.551	22936.632	17089.354	74.51%
50	9.864	2270.243	19070.039	15515.861	81.36%
60	8.444	1943.424	16324.758	14050.191	86.07%
70	7.525	1731.912	14548.058	12909.854	88.74%

2. Lokasi 2

% Prob	Qren m ³ /detik	Daya (MW)	Kapasitas Energi (MWH)	Produksi energi (MWH)	CF
30	13.991	5750.160	48301.347	32749.449	67.80%
40	11.864	4875.985	40958.272	30516.704	74.51%
50	9.864	4054.005	34053.641	27706.895	81.36%
60	8.444	3470.399	29151.353	25089.627	86.07%
70	7.525	3092.699	25978.675	23053.311	88.74%

3. Lokasi 3

% Prob	Qren m ³ /detik	Daya (MW)	Kapasitas Energi (MWH)	Produksi energi (MWH)	CF
30	13.991	4600.128	38641.078	26199.559	67.80%
40	11.864	3900.788	32766.618	24413.363	74.51%
50	9.864	3243.204	27242.913	22165.516	81.36%
60	8.444	2776.319	23321.082	20071.702	86.07%
70	7.525	2474.159	20782.940	18442.649	88.74%

Dari hasil perhitungan dan analisa yang dilakukan, didapatkan daya dan energi optimum pada lokasi 2 dikarenakan tinggi jatuh air yang cukup tinggi yaitu ± 45 meter. Salah satu pertimbangan dalam memilih debit rencana yang akan digunakan adalah faktor kapasitas pembangkit, karena terkait dengan mutu pelayanan. Semakin besar debit yang dipilih, semakin kecil faktor kapasitas yang diperoleh.

Kemudian dalam memilih jenis turbin, berdasarkan teori pada gambar 2.14, didapatkan jenis turbin adalah turbin francis karena debit rencana berada pada nilai $13.991 - 7.525 \text{ m}^3/\text{detik}$ serta tinggi jatuh air berada pada nilai 45 meter.

Untuk jenis PLTA berdasarkan daya yang dihasilkan adalah PLTA skala kecil.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan yang telah dibuat berdasarkan beberapa referensi yang digunakan dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya :

1. Dari tiga alternatif skema PLTA, daya yang dihasilkan untuk setiap variasi debit rencana bekisar dari (1731.912 MW sampai 5750.160 MW) sehingga tergolong jenis PLTA skala kecil.
2. Dari tiga alternatif skema PLTA daya optimum berada di lokasi 2 dimana tinggi jatuh bersihnya adalah 45 m.
3. Sesuai dengan debit rencana dan head maka turbin yang sesuai digunakan adalah turbin francis

5.2 Saran

Untuk mengoptimasi pemilihan debit rencana, yang menjadi pertimbangan adalah berapa besarnya biaya pembangunan per kWH sehingga diperlukan perkiraan biaya konstruksi untuk setiap alternatif skema dan probabilitas debit rencana yang dipilih.

Untuk itu, penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menghitung perkiraan anggaran biaya pembangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, *Hydro Power*,
<http://www.inforse.org/europe/dieret/Hydro/hydro.html>, (Diakses 10 Mei 2015)
- Anonymous, *Panduan Sederhana Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)*,
<http://dreamindonesia.wordpress.com/2011/06/11/panduan-sederhana-pembangunan-pembangkit-listrik-tenaga-mikro-hidro-pltmh/11Juni2011>, (Diakses 20 Maret 2015)
- Diesel. Fritz, Alih bahasa : Dakso Sriyono, *Turbin, Pompa dan Kompresor*, Erlangga, Jakarta, 1980.
- Jantop TNI-AD, *Helai peta 1224 – I dan II*, Jakarta, 1982.
- K.Linsley. Ray, *Teknik Sumber Daya Air*, Erlangga, Jakarta, 1986.
- Takeda. Kensaku, *Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta, 1985
- P.Wibowo, *Turbin Air*, Graha Ilmu, Jakarta, 2007.
- Winarko. Zat, *Perencanaan PLTM di Sungai Sinamar Nagari Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota*, Padang, 2014

LAMPIRAN

Tabel 4.1 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 1990

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agsts	Sept	Okt	Nov	Des
1	8,40	2,00	7,84	7,84	6,72	5,60	7,28	7,00	6,72	7,56	8,80	9,20
2	8,12	2,00	7,84	7,84	6,72	5,60	7,28	7,00	6,72	8,12	6,72	8,40
3	8,80	1,80	7,84	7,84	6,72	5,60	6,72	7,00	6,44	7,56	6,72	7,84
4	8,12	1,80	7,84	7,84	6,44	5,60	6,72	7,00	7,00	7,56	6,44	10,80
5	7,28	1,80	7,84	7,84	10,80	5,16	6,72	7,00	6,72	7,28	6,72	12,00
6	7,00	1,80	7,56	7,84	17,40	5,88	6,72	7,00	6,72	7,28	13,20	10,80
7	7,84	3,00	7,28	7,84	13,20	5,60	6,72	7,28	7,00	6,72	10,00	10,40
8	5,88	2,60	6,72	7,84	9,20	5,60	6,72	7,28	6,72	7,28	8,40	10,40
9	6,44	2,60	8,12	7,84	7,84	7,28	6,72	7,28	6,72	6,44	9,20	10,80
10	6,16	2,20	7,28	7,84	10,00	5,16	6,72	7,28	7,00	5,60	8,40	14,00
11	12,20	2,20	7,00	7,84	10,40	5,60	6,72	7,28	7,00	6,72	8,80	15,60
12	10,30	1,80	7,00	7,84	6,44	5,60	6,72	7,28	7,00	6,16	8,40	17,40
13	10,30	1,80	7,00	7,84	6,72	5,60	6,72	7,28	7,00	6,16	7,84	16,90
14	13,20	1,80	7,00	7,84	6,72	5,34	6,72	7,28	6,72	9,20	7,56	13,60
15	9,60	2,00	7,84	7,84	7,56	5,60	6,72	7,00	7,28	9,60	10,00	13,20
16	10,00	2,20	7,84	7,84	6,16	5,34	6,72	6,44	7,56	7,56	10,80	14,40
17	15,20	3,00	7,56	7,28	6,16	5,34	6,72	6,44	7,84	7,00	10,80	12,40
18	12,40	2,20	7,56	7,00	6,16	7,28	6,72	6,44	7,56	6,72	12,40	14,00
19	19,50	2,00	7,56	6,72	5,88	8,40	6,44	6,72	7,56	6,72	12,40	12,40
20	18,00	2,20	7,56	6,72	5,88	6,72	6,44	6,44	7,56	6,44	10,40	13,20
21	16,90	2,20	7,28	6,44	6,16	7,28	6,44	6,72	7,84	6,44	13,20	20,60
22	13,60	14,00	7,28	6,44	6,16	8,40	6,44	6,44	8,40	6,72	17,40	19,50
23	16,00	10,00	7,28	6,44	5,88	8,40	6,72	6,72	9,20	7,28	12,00	21,50
24	12,80	4,04	8,40	6,44	5,88	11,60	14,00	8,40	9,60	6,44	11,60	18,50
25	10,40	3,00	8,12	7,00	5,88	7,28	14,00	6,16	8,40	7,00	10,80	14,00
26	8,80	5,08	9,20	6,44	5,88	21,60	14,00	6,16	7,84	8,80	10,40	12,40
27	8,12	5,60	7,84	6,16	5,88	9,20	14,00	6,16	7,56	8,40	12,40	14,80
28	8,12	4,30	7,00	6,16	5,88	7,28	14,00	6,16	7,56	14,00	11,20	14,40
29	8,12		8,40	6,16	5,88	7,28	14,00	6,16	7,28	11,20	10,80	12,40
30	7,56		11,60	6,16	5,88	7,28	14,00	6,16	7,56	8,80	10,80	11,20
31	7,56		9,20		6,16		14,00	6,16		8,40		10,00

Tabel 4.2 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 1991

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agsts	Sept	Okt	Nov	Des
1	8,80	6,44	10,40	24,80	12,00	6,44	4,82	4,56	6,16	4,04	3,78	8,40
2	8,12	5,60	14,00	16,90	10,40	6,44	5,34	4,56	5,08	4,04	4,04	10,00
3	7,00	5,08	10,00	16,40	10,40	6,44	5,60	4,30	4,56	3,78	6,16	8,40
4	5,34	12,00	10,00	16,40	12,00	6,44	5,60	4,30	4,30	3,78	8,40	9,60
5	5,84	12,80	10,00	20,60	13,60	5,88	5,08	6,16	4,04	4,56	12,40	7,00
6	6,16	10,00	9,20	18,50	11,20	5,60	6,16	3,00	3,78	5,34	13,60	6,44
7	5,34	8,40	9,20	16,40	10,00	5,60	6,16	3,00	3,78	4,82	10,40	6,44
8	5,08	7,56	10,00	18,50	9,60	8,40	5,08	4,30	4,82	4,30	11,20	8,40
9	4,82	10,00	10,80	16,90	9,60	7,00	5,08	4,30	7,00	4,56	11,20	22,90
10	4,82	9,20	9,60	17,40	10,00	6,44	10,00	4,30	5,88	4,56	11,20	17,40
11	5,08	8,12	10,00	18,50	9,60	6,16	6,16	3,00	4,56	4,30	10,40	14,80
12	4,56	11,60	10,00	19,00	10,80	6,72	5,60	12,40	5,08	5,08	10,80	12,00
13	5,34	10,80	11,60	16,40	9,60	5,88	5,34	4,82	4,04	4,56	10,80	10,00
14	5,08	10,40	8,40	16,00	8,40	5,88	5,34	5,08	7,20	4,30	10,00	8,80
15	4,04	9,20	16,90	19,00	8,40	5,88	5,08	7,84	7,56	4,30	12,00	8,80
16	4,56	12,00	18,50	20,60	8,12	5,60	5,08	4,82	6,72	4,82	12,40	7,56
17	4,56	10,40	13,60	16,00	7,84	5,34	5,08	6,72	12,80	5,34	11,60	7,28
18	5,88	10,80	13,20	16,40	7,84	5,34	5,60	5,34	14,00	5,08	9,60	6,72
19	5,88	13,20	11,20	20,00	8,12	5,34	5,34	5,08	7,28	6,16	8,12	6,44
20	4,82	12,40	10,40	22,90	8,12	5,34	5,08	4,82	6,44	8,12	10,00	6,72
21	5,08	12,00	9,60	22,20	7,84	5,08	5,08	4,82	5,88	7,28	7,84	5,34
22	4,82	11,60	9,60	18,00	7,84	4,82	5,34	6,44	7,84	5,88	7,00	7,84
23	5,08	11,60	10,00	14,40	7,56	4,82	8,12	5,88	6,16	5,08	9,20	6,16
24	4,82	11,60	11,20	12,80	7,00	5,34	6,44	6,44	5,34	5,88	7,56	4,56
25	4,82	10,80	11,60	12,00	7,28	5,60	5,08	5,34	4,82	7,28	6,72	17,40
26	6,16	10,80	12,40	11,20	8,12	5,34	5,08	4,82	4,56	5,60	5,60	11,60
27	4,82	11,60	10,80	10,80	7,56	5,08	4,82	4,82	4,56	5,60	9,60	15,20
28	5,60	12,40	13,20	10,00	7,84	5,08	4,82	4,82	4,30	5,08	13,20	20,60
29	12,00		31,12	12,00	7,56	5,08	4,82	5,88	4,04	4,56	12,00	14,40
30	8,80		26,10	13,20	7,56	5,08	4,82	6,44	3,78	4,56	11,20	14,40
31	7,28		18,00		7,00		4,82	8,80		4,82		10,00

Tabel 4.3 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 1992

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agsts	Sept	Okt	Nov	Des
1	12,40	1,40	1,60	0,92	1,00	2,80	4,82	3,00	13,20	8,40	7,84	7,84
2	10,00	1,80	1,00	0,92	2,00	2,80	4,04	14,80	14,00	8,40	7,00	7,56
3	8,40	1,80	1,00	10,00	1,00	2,80	3,78	10,00	14,00	16,40	6,72	7,28
4	7,84	2,60	1,60	7,60	2,00	2,80	3,78	16,00	14,40	20,60	7,00	7,28
5	7,00	2,20	1,80	4,30	1,40	3,52	3,78	16,00	14,00	16,40	7,84	6,72
6	6,16	1,40	4,82	6,16	1,80	4,56	3,78	15,60	14,00	12,40	8,40	6,72
7	5,88	1,40	3,78	3,26	4,04	3,52	3,78	15,60	14,40	12,00	9,20	16,40
8	6,44	1,80	14,40	8,40	2,00	3,52	3,78	16,00	15,20	16,00	9,60	16,40
9	5,60	1,80	8,12	5,88	2,00	3,78	3,78	16,90	14,80	11,60	9,20	14,80
10	4,56	1,40	4,82	4,82	1,60	3,52	3,52	16,40	14,80	10,80	12,40	11,60
11	4,04	0,88	3,26	5,60	1,20	3,52	3,52	16,40	15,20	14,00	9,20	11,60
12	3,52	0,88	2,40	4,04	1,20	3,78	3,52	16,90	18,00	18,50	5,60	13,20
13	3,26	0,88	2,40	3,00	1,60	3,52	3,52	19,50	14,80	19,00	5,60	14,80
14	3,00	0,88	3,26	3,52	2,40	3,78	3,52	16,00	17,40	18,00	6,16	22,90
15	3,00	0,92	2,20	3,00	1,80	3,78	3,52	18,00	16,00	16,90	11,60	15,60
16	3,26	0,92	3,00	3,52	1,60	4,56	3,52	16,40	16,40	16,40	16,40	13,20
17	3,52	1,00	4,30	2,40	1,20	3,78	3,52	16,90	16,90	16,00	12,40	11,60
18	2,80	0,92	4,30	3,52	1,20	4,04	3,26	17,40	17,40	17,40	9,60	10,40
19	2,80	0,92	3,26	4,56	1,60	4,04	3,52	18,00	18,50	17,40	8,12	9,60
20	2,60	0,96	2,40	2,00	1,20	4,04	3,26	19,00	16,90	19,50	7,28	8,80
21	2,60	1,00	2,40	6,16	1,20	4,04	3,26	16,90	18,50	19,50	7,28	8,40
22	2,40	1,20	3,78	1,80	1,20	4,30	3,26	17,40	7,84	19,50	6,16	8,40
23	2,40	1,00	6,16	1,80	1,20	4,30	3,26	7,28	5,34	19,50	6,16	7,28
24	2,20	0,96	3,20	1,80	1,00	4,30	3,26	4,82	5,34	13,20	11,60	6,72
25	2,20	1,00	2,60	2,00	1,00	5,08	3,52	4,82	3,26	13,20	13,20	6,16
26	2,20	1,00	2,00	1,20	1,00	4,04	3,00	2,00	2,60	13,20	16,40	5,60
27	1,60	1,00	1,40	0,76	1,60	4,30	3,26	2,20	2,80	16,00	14,00	5,60
28	1,80	1,20	1,80	1,40	2,60	4,30	3,78	1,00	5,00	17,40	10,80	6,72
29	1,80	2,40	1,00	1,40	1,40	4,30	3,00	3,78	5,34	22,90	9,20	5,00
30	1,80		1,40	1,40	1,20	4,82	3,26	4,04	5,08	17,40	8,40	4,56
31	1,60		1,20		0,96		3,00	3,78		37,40		4,04

Tabel 4.4 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 1993

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agsts	Sept	Okt	Nov	Des
1	4,04	5,34	7,28	8,80	12,00	10,00	7,84	11,20	8,12	5,60	17,40	10,80
2	4,04	5,08	6,72	7,56	11,60	11,60	8,40	11,20	8,80	5,88	13,60	10,80
3	4,04	4,82	6,16	7,28	11,60	11,60	8,12	10,80	9,20	6,16	12,40	9,60
4	4,30	4,82	5,60	7,72	8,40	8,40	19,50	10,40	8,40	6,72	12,00	10,40
5	4,56	4,56	5,60	6,16	9,20	8,40	20,60	10,40	8,12	6,72	12,40	11,20
6	4,30	6,44	6,44	6,16	9,20	8,12	14,80	10,40	8,40	9,20	17,40	9,20
7	4,30	6,16	6,72	7,00	8,12	7,84	12,80	10,40	7,84	7,28	12,80	14,40
8	4,30	5,34	10,80	17,40	8,12	7,56	11,60	10,00	14,40	8,12	13,20	12,80
9	4,30	5,34	10,00	16,90	8,12	7,56	11,20	10,00	9,20	8,12	14,40	13,20
10	4,30	5,60	11,20	20,60	7,56	7,56	10,80	9,60	7,84	8,12	12,00	13,20
11	4,04	4,82	10,00	16,00	7,56	7,56	10,00	10,00	7,84	8,12	11,60	32,60
12	4,04	7,00	12,00	18,00	7,56	7,56	9,60	10,00	7,84	14,40	10,80	18,00
13	4,04	6,44	10,80	16,00	7,56	7,56	9,20	10,00	10,80	16,90	10,00	14,00
14	4,56	6,16	9,60	14,40	7,00	7,56	9,60	9,60	10,00	12,80	10,80	12,40
15	5,00	7,00	10,00	13,20	8,12	7,56	9,20	10,00	6,72	11,20	10,80	11,60
16	3,52	6,16	9,20	12,00	7,56	7,84	9,20	10,00	6,72	10,40	10,40	10,80
17	3,52	7,00	8,80	11,20	7,00	7,56	18,00	8,40	7,84	9,60	14,40	10,00
18	4,04	6,16	10,00	11,60	8,12	7,56	12,80	8,80	8,40	10,00	11,20	9,20
19	5,60	7,00	9,20	10,40	8,12	7,84	12,40	8,40	8,80	10,80	10,80	9,20
20	4,56	9,60	8,80	8,80	7,56	8,80	16,00	9,20	8,40	9,20	10,80	12,40
21	4,56	6,44	8,12	9,60	8,80	8,40	16,00	9,20	8,80	20,60	14,40	16,40
22	26,70	6,16	7,56	8,80	11,60	8,80	12,40	8,12	9,60	17,40	16,40	24,20
23	24,20	5,88	7,00	9,20	10,80	8,80	12,80	8,80	9,60	15,20	18,50	15,60
24	14,00	5,60	7,84	9,20	10,00	8,12	13,80	8,12	8,80	13,60	18,00	16,40
25	13,20	5,34	7,84	8,12	10,40	7,84	20,00	7,56	8,12	12,80	16,90	14,80
26	11,60	6,44	7,28	10,00	9,20	10,40	14,40	7,84	7,56	11,20	18,00	19,00
27	10,00	7,28	7,84	9,20	11,60	12,80	14,00	8,40	7,56	10,40	18,00	20,00
28	8,40	11,20	9,20	10,80	9,60	11,60	12,80	8,12	9,60	10,40	16,00	17,40
29	8,40		12,80	11,60	10,00	11,10	16,00	8,12	7,56	12,00	14,00	15,20
30	8,40		14,80	12,80	8,40	10,00	16,00	8,40	6,44	12,00	12,40	13,60
31	3,52		14,00		7,84		11,20	9,20		13,20		14,40

Tabel 4.5 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 1994

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agsts	Sept	Okt	Nov	Des
1	14,40	13,60	9,20	9,20	8,80	8,80	10,80	8,40	10,00	9,20	8,80	14,80
2	12,40	12,00	7,84	10,40	9,60	8,40	14,80	8,40	9,60	9,20	9,60	16,90
3	12,40	10,80	7,56	9,60	8,12	9,60	15,60	8,40	9,20	9,20	10,80	38,20
4	10,40	11,20	7,28	8,80	7,84	10,40	10,80	8,40	9,20	9,60	10,00	28,80
5	10,00	10,80	8,40	8,12	10,40	9,60	9,60	8,80	9,60	10,00	9,60	26,10
6	13,60	10,00	7,84	9,60	10,40	12,00	10,80	8,40	9,60	10,00	9,60	24,80
7	12,40	9,20	7,56	9,60	9,60	10,00	10,00	8,12	9,20	9,60	10,40	28,80
8	14,80	8,40	7,56	8,80	8,12	8,40	9,20	8,12	9,20	9,20	9,60	22,20
9	16,40	12,00	7,56	9,20	7,84	7,56	9,20	8,12	9,20	9,60	9,20	18,00
10	12,40	11,20	7,28	8,80	8,12	7,56	9,60	7,84	8,80	10,00	9,20	15,60
11	14,80	12,80	7,28	9,20	7,56	7,56	10,80	7,56	8,80	10,00	10,00	14,40
12	10,00	15,60	8,12	11,20	7,56	7,56	10,80	7,56	8,80	9,60	11,60	20,00
13	13,20	12,00	8,40	12,00	7,56	7,56	9,20	7,84	8,80	9,60	10,40	14,80
14	8,40	10,40	9,20	12,80	7,56	7,56	9,20	8,40	9,20	9,60	7,56	16,90
15	7,84	9,60	9,20	11,20	8,12	7,56	9,20	7,84	9,20	9,60	7,28	16,90
16	7,84	9,20	8,12	9,20	12,00	8,12	8,80	7,56	9,20	9,60	7,28	15,20
17	7,84	8,40	7,84	9,60	9,60	7,84	8,80	8,40	10,80	10,00	7,56	13,60
18	12,40	8,12	7,84	9,20	11,20	7,84	8,80	9,20	12,40	9,60	8,40	14,00
19	10,00	8,80	7,56	8,40	10,00	7,84	8,80	12,00	10,40	9,60	7,56	14,00
20	9,20	8,80	8,40	8,80	9,20	7,84	8,80	12,00	10,00	9,60	7,80	12,80
21	9,20	8,12	7,56	8,12	9,20	7,84	9,20	12,40	10,40	9,60	8,12	12,40
22	9,20	8,40	7,84	7,00	9,60	7,84	9,60	12,40	10,40	9,20	8,40	11,60
23	7,84	7,84	7,84	9,20	10,80	7,84	8,80	8,12	10,40	9,20	11,70	11,60
24	9,20	9,20	9,60	10,00	10,80	7,84	8,12	8,40	11,20	9,60	10,40	11,20
25	9,20	8,12	9,20	11,20	13,60	8,12	8,12	8,12	10,40	9,60	10,40	10,80
26	7,84	10,00	13,20	13,60	10,80	8,40	8,40	8,40	10,40	9,60	9,60	10,80
27	12,40	11,20	10,80	13,60	9,60	8,40	8,40	8,12	9,60	9,60	9,60	10,40
28	18,50	9,60	11,60	13,20	9,60	9,20	8,40	8,12	9,60	9,60	9,60	10,80
29	15,60		12,00	13,20	9,60	9,60	7,84	7,84	9,60	8,80	9,60	11,20
30	14,80		12,40	13,20	9,60	10,00	7,84	7,84	9,60	8,80	12,00	10,00
31	14,00		11,20		9,60		7,84	7,84		10,40		7,84

Tabel 4.6 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 1995

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agsts	Sept	Okt	Nov	Des
1	12,40	12,00	7,28	14,40	14,40	11,20	14,80	13,60	11,60	10,90	12,40	18,00
2	12,00	22,20	7,00	13,60	12,40	11,20	12,40	13,60	10,80	11,60	14,00	14,00
3	12,00	13,20	7,00	13,20	12,00	11,20	12,00	13,60	10,80	10,40	12,40	12,40
4	12,40	11,20	7,00	13,20	12,40	11,20	12,40	13,60	10,40	9,60	10,40	21,10
5	10,80	10,00	7,84	13,60	12,40	11,60	12,80	14,40	10,40	8,80	9,20	15,60
6	13,20	9,60	7,56	14,40	12,80	10,80	12,40	14,00	10,80	8,12	8,80	12,81
7	12,40	9,20	7,84	14,80	12,80	10,80	12,80	13,60	10,80	8,12	8,40	14,40
8	9,20	8,40	8,12	14,00	12,00	10,00	13,60	12,80	10,80	8,40	9,20	14,00
9	8,80	8,12	7,28	22,20	15,60	10,00	13,60	12,80	11,20	8,40	8,40	25,10
10	15,60	8,12	7,28	21,20	15,20	10,00	13,60	18,00	11,60	8,40	8,40	22,20
11	16,50	7,84	7,00	16,90	11,60	10,50	13,60	14,40	12,00	11,60	15,20	16,00
12	16,50	7,56	8,12	15,20	12,40	10,00	13,60	14,00	12,80	10,00	10,80	14,00
13	18,50	7,28	9,20	14,80	11,60	10,00	13,60	14,00	12,40	10,00	10,00	12,40
14	16,50	7,28	8,80	17,40	12,80	15,60	13,60	14,00	12,80	9,60	9,60	12,00
15	14,80	7,56	9,60	18,00	11,20	14,80	14,40	14,00	12,00	8,80	10,00	17,40
16	14,00	7,84	13,60	15,20	12,00	12,80	13,60	14,40	14,00	12,00	14,40	13,20
17	12,80	8,12	14,80	14,00	12,40	12,40	13,60	14,80	14,40	13,20	16,40	16,00
18	12,40	7,84	16,40	13,60	11,60	12,80	13,60	14,00	14,00	12,00	14,40	12,80
19	12,40	7,56	14,80	13,20	10,80	12,00	13,60	14,40	14,00	11,60	14,00	11,20
20	12,40	6,72	14,80	12,80	10,00	11,60	13,60	14,00	13,60	10,80	12,80	10,40
21	12,00	8,80	14,80	13,20	12,00	14,00	13,60	15,20	14,00	12,40	15,20	13,60
22	11,60	10,40	16,90	12,40	12,40	14,80	16,90	15,60	13,20	11,20	14,80	12,80
23	11,60	8,40	23,50	12,40	11,20	12,40	14,00	14,80	14,00	12,00	14,00	11,60
24	11,60	7,84	18,00	12,00	10,40	12,40	13,60	14,40	14,00	11,60	14,00	10,80
25	11,20	10,00	16,00	16,00	10,80	12,00	14,00	14,00	13,60	11,20	13,60	10,00
26	11,20	7,56	15,60	12,80	11,20	12,80	14,80	14,00	13,60	10,80	12,80	9,60
27	12,00	7,28	15,20	12,00	12,40	14,40	15,60	14,40	12,80	9,60	10,00	9,60
28	11,60	7,00	14,80	11,60	11,20	12,80	14,40	13,60	12,40	9,60	10,00	10,00
29	10,80		13,60	11,60	11,40	13,60	14,40	13,20	11,60	12,00	15,60	15,20
30	10,40		13,60	20,60	11,60	12,80	14,00	13,20	11,60	11,60	14,80	12,80
31	10,40		13,60		11,60		13,60	12,00		10,80		10,40

Tabel 4.7 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 1996

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agsts	Sept	Okt	Nov	Des
1	11,60	10,80	14,40	18,50	18,00	8,40	6,72	13,20	7,28	12,40	10,80	9,60
2	11,20	10,80	13,20	15,60	16,90	7,84	5,08	14,80	9,60	11,60	10,80	9,60
3	11,20	10,00	12,00	14,00	15,60	7,84	5,88	12,40	12,40	12,00	10,80	10,00
4	10,80	10,80	13,20	15,60	14,40	7,28	5,60	11,20	10,00	11,20	10,40	11,20
5	10,80	10,00	14,00	18,50	12,40	6,16	9,20	10,80	9,20	11,20	12,40	15,60
6	10,80	10,00	10,80	14,00	16,10	7,00	14,40	10,80	8,80	15,60	10,80	13,60
7	10,80	10,00	11,60	12,80	11,60	12,40	14,00	12,40	9,60	12,40	10,00	13,20
8	10,40	9,20	11,20	12,80	10,80	10,80	12,40	12,80	8,80	16,40	10,00	12,40
9	10,00	9,20	10,80	12,00	10,40	14,00	10,00	12,40	8,40	13,20	9,60	11,60
10	10,00	9,20	11,20	13,20	10,00	10,00	9,20	10,40	8,80	15,60	10,00	13,60
11	10,00	8,80	10,80	12,40	9,60	10,40	13,20	10,00	8,12	14,40	10,00	14,40
12	10,00	8,80	10,40	11,60	9,20	9,60	5,00	9,60	8,40	13,20	12,40	13,20
13	9,20	10,00	10,80	11,20	8,80	8,40	8,40	10,40	8,80	18,50	11,60	12,40
14	9,20	9,20	10,40	11,60	8,80	8,40	7,84	14,80	9,20	24,20	13,60	14,80
15	8,80	9,20	10,80	12,00	8,40	7,84	7,56	15,20	10,00	17,40	13,20	12,40
16	8,40	9,20	10,80	12,40	8,40	8,12	7,84	12,80	10,40	25,40	12,80	12,00
17	8,40	11,20	11,20	10,80	8,40	7,84	7,28	13,20	11,20	15,60	19,50	11,60
18	8,40	11,20	12,40	13,60	8,40	7,84	7,00	12,00	11,60	14,40	18,50	15,20
19	8,80	11,20	15,20	20,60	13,60	10,00	7,00	10,40	12,40	14,00	15,60	18,00
20	11,60	11,20	14,80	19,00	12,80	9,60	7,00	10,00	10,40	14,80	19,50	18,00
21	12,40	11,20	14,40	17,40	12,00	9,20	7,00	9,60	10,40	13,20	26,70	15,20
22	13,20	11,20	19,20	14,40	10,00	8,40	7,00	9,60	10,00	14,80	20,60	14,40
23	10,80	11,20	14,80	11,60	8,40	7,84	7,28	10,40	9,20	13,60	18,50	13,60
24	11,20	11,20	15,60	12,40	8,80	8,12	7,28	10,00	8,80	11,60	14,80	13,20
25	12,00	11,20	14,00	11,60	9,20	8,12	7,28	12,40	8,40	10,80	13,20	11,60
26	11,60	11,20	14,00	11,20	8,40	7,84	7,28	12,00	10,00	11,20	12,40	11,60
27	11,60	11,20	19,20	12,80	7,28	7,28	7,28	10,80	10,80	11,20	12,00	11,60
28	12,00	11,20	16,40	12,00	7,84	8,12	9,20	11,60	9,20	10,00	10,40	11,20
29	12,80	11,20	21,60	15,20	10,00	10,00	12,00	12,00	10,40	10,40	10,80	10,80
30	13,20		26,70	18,50	12,80	8,12	12,40	12,40	9,20	10,00	10,40	10,40
31	12,40		18,50		10,80		12,80	9,60		10,40		9,20

Tabel 4.8 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 1997

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agsts	Sept	Okt	Nov	Des
1	11,60	10,80	7,28	9,60	7,56	7,00	7,00	6,72	5,34	5,34	5,08	5,34
2	11,20	10,40	11,20	12,00	6,44	7,00	7,28	7,28	5,34	5,34	5,08	5,34
3	10,80	10,00	11,20	9,20	6,16	7,00	7,84	7,00	5,08	5,60	5,08	5,60
4	10,80	10,00	11,60	8,80	7,28	7,00	7,56	6,72	7,00	5,60	5,08	5,60
5	10,80	10,00	11,20	8,80	6,27	7,00	7,28	6,72	5,34	5,60	5,08	5,60
6	10,40	10,00	12,40	9,60	7,00	6,72	7,00	6,72	5,08	5,60	5,08	5,60
7	10,00	9,60	14,00	11,20	7,84	7,00	7,00	6,72	5,08	5,34	5,08	5,60
8	10,00	9,20	15,20	10,40	7,84	7,28	7,00	6,72	5,08	7,56	5,08	5,34
9	10,00	9,20	13,60	10,40	7,56	7,00	7,00	6,72	5,08	6,72	5,08	7,56
10	10,00	10,40	12,40	10,80	7,56	7,00	7,00	6,44	5,08	6,16	5,08	6,72
11	10,00	10,40	16,00	10,80	8,40	6,72	7,00	6,44	4,82	5,88	5,34	6,16
12	11,20	11,20	15,60	10,80	7,56	6,72	11,20	6,44	4,82	5,60	5,34	5,88
13	10,80	10,80	15,60	10,80	12,80	6,44	10,00	6,44	4,82	5,60	5,08	5,60
14	11,60	10,00	18,80	10,80	14,00	6,44	8,40	6,72	4,82	5,60	5,08	5,60
15	12,80	9,60	15,20	10,00	13,20	6,44	8,12	6,44	5,08	5,60	5,34	5,60
16	11,60	8,80	13,20	9,20	11,60	6,44	7,84	5,88	5,08	5,60	5,08	5,60
17	12,40	8,40	13,60	10,80	9,60	6,44	8,12	5,88	5,08	5,60	5,08	5,60
18	15,60	8,40	12,00	10,80	9,20	6,16	8,40	5,88	5,08	5,60	5,08	5,60
19	16,40	8,12	12,80	9,20	8,40	6,44	7,84	5,88	5,08	5,60	5,08	5,60
20	14,80	7,84	12,00	9,20	8,12	6,44	7,84	5,88	5,08	5,60	5,08	5,60
21	14,40	8,12	11,60	8,80	7,84	6,44	7,84	5,88	5,08	5,60	5,08	5,60
22	14,80	8,12	11,20	8,80	7,84	7,72	7,84	5,60	5,08	5,08	5,08	5,08
23	14,80	9,20	10,80	8,40	7,28	7,28	7,56	5,60	5,08	5,08	5,34	5,08
24	13,20	8,12	10,00	8,40	8,12	6,72	7,56	5,60	4,82	5,08	6,16	5,08
25	13,20	7,84	9,60	8,40	7,28	6,72	7,56	5,60	4,82	5,34	6,16	5,34
26	13,20	7,84	9,60	8,80	7,28	9,60	7,56	5,60	4,82	5,34	5,08	5,34
27	12,80	7,56	9,60	8,40	7,28	7,00	7,56	5,60	4,82	5,34	5,34	5,34
28	12,00	7,84	9,60	8,40	8,12	6,72	7,84	5,34	4,82	5,34	5,08	5,34
29	11,60		9,60	8,80	7,56	6,72	7,00	5,34	4,82	5,34	5,34	5,34
30	10,80		9,60	8,80	7,28	6,72	7,00	5,34	4,82	5,08	5,08	5,34
31	11,60		14,80		7,28		7,00	5,34		5,08		5,08

Tabel 4.9 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 1998

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agsts	Sept	Okt	Nov	Des
1	5,88	3,26	4,04	4,82	4,82	5,34	4,82	10,40	18,50	7,00	24,20	20,00
2	5,60	4,30	4,04	5,34	4,82	5,88	4,82	10,80	16,90	8,12	24,20	18,50
3	5,60	4,56	4,04	5,34	5,34	5,88	4,82	10,80	14,90	7,56	20,60	18,00
4	5,88	5,08	4,30	7,56	5,34	5,34	4,82	10,40	14,00	9,60	22,90	21,60
5	7,84	4,82	4,56	6,16	4,82	5,34	4,56	10,40	12,40	11,20	26,10	26,10
6	8,80	4,82	4,04	5,88	4,30	5,08	4,56	11,20	13,20	11,20	22,90	22,00
7	6,72	4,04	4,30	6,16	4,30	4,82	4,56	12,00	11,60	8,80	20,00	26,00
8	6,44	3,78	4,30	6,16	4,30	4,82	4,56	15,20	26,00	8,12	18,50	19,50
9	6,44	3,52	4,30	6,72	4,82	4,82	4,82	21,10	16,90	7,56	17,40	17,40
10	7,28	3,00	7,00	6,44	5,08	4,56	4,56	16,00	13,20	8,80	18,00	17,40
11	7,28	3,00	5,88	7,56	6,44	4,88	4,30	13,60	11,20	8,12	16,40	16,40
12	6,44	3,00	5,88	8,40	7,00	4,56	4,82	12,40	10,00	8,12	15,60	18,50
13	6,72	3,26	5,88	11,20	7,00	4,56	7,84	12,00	84,00	8,80	16,40	16,40
14	6,72	3,52	7,00	10,80	7,00	4,56	7,28	11,60	7,56	8,80	16,90	19,00
15	9,20	3,78	8,40	8,80	6,16	4,56	6,72	12,00	10,00	8,12	17,40	26,00
16	11,60	3,78	9,60	7,00	5,34	4,56	7,28	18,50	10,40	7,84	16,90	19,50
17	15,60	3,78	8,12	6,16	4,82	4,56	6,72	19,00	7,84	7,56	15,60	17,20
18	16,00	3,78	8,40	4,82	4,30	6,16	7,20	20,00	7,84	8,40	16,40	18,00
19	9,60	3,78	7,56	4,30	4,30	5,60	8,80	12,00	7,28	8,12	16,90	24,20
20	9,20	3,78	5,88	4,30	4,30	10,00	7,56	12,00	6,72	7,56	19,00	21,10
21	7,56	3,78	5,34	4,04	4,30	8,40	12,40	12,40	6,72	8,40	19,40	19,00
22	6,72	3,78	3,78	5,88	4,30	4,30	10,40	10,40	6,16	10,40	24,20	16,90
23	5,88	3,78	3,52	6,16	4,30	4,30	8,40	10,00	5,88	10,40	16,50	16,00
24	5,34	4,30	3,52	4,82	4,30	4,30	10,40	10,80	5,88	9,20	16,90	16,00
25	3,78	4,30	3,52	6,44	4,30	4,30	10,40	14,40	10,80	15,60	16,90	19,00
26	3,78	5,34	3,26	6,72	4,30	4,56	6,16	12,00	11,60	19,00	15,60	17,40
27	3,78	4,30	3,26	5,88	4,56	4,82	4,56	12,40	10,80	19,50	13,20	15,60
28	3,78	4,30	3,52	7,00	4,82	4,82	4,04	12,40	8,40	16,40	14,80	14,80
29	4,04		3,52	5,88	4,82	4,82	7,82	24,20	7,56	16,00	15,60	16,40
30	3,52		3,78	5,60	4,82	4,82	11,20	26,70	7,56	24,00	14,80	16,00
31	3,52		3,78		5,00		10,40	19,00		25,40		14,80

Tabel 4.10 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 1999

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agsts	Sept	Okt	Nov	Des
1	14,00	9,60	9,20	7,00	8,40	7,56	7,28	5,88	5,34	7,28	10,00	11,60
2	16,90	7,84	7,56	7,00	7,56	7,56	7,00	5,88	6,44	7,00	9,20	8,80
3	18,50	7,56	11,20	7,28	7,00	7,56	7,00	5,88	5,88	9,60	8,80	5,88
4	15,20	7,00	18,00	7,28	7,00	7,56	7,00	5,60	6,44	11,60	8,40	4,30
5	14,00	9,60	12,00	7,28	6,72	7,56	7,56	5,88	6,44	16,90	10,00	7,56
6	13,20	11,20	11,20	7,28	7,00	7,56	8,40	6,16	5,60	15,60	10,40	10,40
7	12,80	9,20	9,60	8,12	6,72	7,56	8,12	6,44	5,88	13,20	13,60	7,28
8	12,00	8,40	8,80	10,00	6,72	7,56	9,60	5,60	7,28	12,40	14,40	10,80
9	12,00	7,84	10,00	7,84	8,80	7,56	13,60	5,34	7,00	11,20	14,80	8,40
10	11,60	8,40	10,00	7,28	8,12	7,28	14,40	5,34	5,60	11,60	15,20	7,84
11	11,20	7,84	11,20	7,56	9,60	7,28	11,20	5,34	4,30	15,60	15,20	7,56
12	10,80	8,12	12,80	7,28	11,20	7,28	10,40	5,34	5,08	14,40	14,40	7,28
13	9,60	7,00	10,00	7,00	10,00	7,28	7,56	5,08	5,08	13,60	13,60	6,72
14	11,20	6,44	9,20	7,56	8,80	7,28	8,40	7,00	5,60	12,40	12,40	6,16
15	12,40	6,44	7,56	7,56	7,84	7,28	7,28	4,82	5,60	12,00	13,20	5,60
16	11,20	7,56	7,00	7,00	7,84	7,28	6,16	7,28	5,88	10,80	10,80	5,34
17	10,80	6,44	8,12	7,00	7,56	7,28	9,20	5,60	7,00	9,60	10,00	7,28
18	10,80	6,72	12,00	7,28	7,28	7,28	7,84	4,56	6,72	8,80	8,40	9,60
19	10,00	8,12	21,10	7,28	9,20	7,00	8,40	4,30	5,34	8,12	11,60	10,40
20	8,80	7,84	21,60	7,28	8,80	7,00	8,80	4,04	5,34	8,40	12,40	8,80
21	11,20	7,56	14,40	7,28	7,56	7,00	8,80	4,04	5,34	10,00	12,40	7,56
22	10,40	7,00	10,80	7,00	8,40	8,42	8,80	4,04	5,34	8,80	10,80	11,20
23	10,80	7,00	10,00	7,00	8,12	7,00	6,44	4,30	5,34	9,60	10,00	7,00
24	14,00	6,72	8,80	7,00	8,80	8,80	6,44	4,30	5,60	10,40	10,80	9,60
25	12,40	6,72	7,84	7,00	8,12	7,56	6,16	7,84	5,60	10,80	12,40	8,40
26	14,40	6,16	7,56	7,28	7,28	7,28	6,44	6,16	6,16	14,80	12,00	7,84
27	12,80	4,82	6,72	10,00	7,00	7,00	6,16	8,12	7,28	15,60	9,60	8,12
28	11,60	5,34	6,72	10,40	7,28	6,72	6,16	5,08	12,40	12,80	15,20	7,84
29	10,80		6,72	10,40	7,28	6,72	6,16	4,30	9,60	13,20	13,60	7,00
30	10,00		7,00	10,40	7,28	6,72	7,00	4,04	9,60	12,80	27,40	7,84
31	9,60		6,72		7,28		6,72	5,34		11,60		8,40

Tabel 4.11 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 2000

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agsts	Sept	Okt	Nov	Des
1	3,52	7,00	5,88	9,60	6,16	6,44	4,30	5,34	3,52	4,82	6,72	11,60
2	4,82	7,00	5,88	6,72	6,72	5,08	5,08	5,34	4,56	5,34	5,60	10,00
3	5,34	7,28	5,88	5,88	5,88	4,82	5,88	4,82	4,56	5,08	5,34	8,12
4	5,88	7,56	5,88	5,08	5,88	4,56	5,08	9,60	3,78	8,80	5,08	7,28
5	10,80	6,16	5,88	5,08	5,60	4,30	4,82	6,72	3,52	6,44	4,82	6,72
6	6,44	5,88	5,88	5,08	5,64	4,30	4,56	6,44	3,52	5,34	6,44	5,60
7	5,34	5,88	5,60	7,84	5,88	4,30	4,56	6,44	3,52	5,08	5,88	4,30
8	5,08	5,60	5,60	10,80	5,88	4,30	4,56	8,12	3,52	4,82	5,88	4,04
9	4,30	5,60	5,60	10,00	5,88	4,04	4,56	10,40	3,26	6,16	12,80	3,78
10	4,04	5,60	5,60	11,20	5,88	4,04	4,30	10,00	4,04	5,34	11,60	5,34
11	3,78	5,60	5,60	8,40	5,60	4,04	4,30	13,20	4,32	9,20	8,12	4,82
12	4,30	5,60	5,88	7,28	5,34	3,72	3,78	12,80	4,04	10,80	7,00	7,84
13	4,30	5,60	6,16	6,72	5,34	3,78	4,30	6,16	4,04	6,72	5,60	7,84
14	5,88	5,34	5,88	6,16	5,34	5,34	4,30	4,82	3,78	6,44	6,16	4,82
15	6,44	7,28	5,60	5,88	5,34	4,56	4,04	4,30	3,78	5,34	7,56	4,04
16	7,56	6,44	5,60	5,60	5,34	4,34	4,04	4,04	3,78	43,20	6,72	4,04
17	6,44	5,88	5,60	5,60	5,34	5,08	3,78	3,78	3,78	6,72	5,88	5,60
18	5,88	5,60	5,88	5,60	5,34	5,08	4,30	3,52	3,78	11,20	5,88	5,60
19	9,60	5,34	5,88	5,60	5,34	4,56	4,30	4,04	4,04	8,40	7,84	5,60
20	8,12	5,34	5,88	7,56	5,34	4,56	4,30	4,56	4,82	10,80	7,28	5,60
21	7,84	5,34	6,44	11,60	5,34	4,04	5,34	10,00	4,82	5,08	17,40	5,60
22	7,28	5,34	6,44	7,84	5,34	4,04	4,56	6,44	4,82	4,04	62,90	5,08
23	7,00	5,34	6,44	7,00	5,34	4,04	4,82	5,08	4,82	3,78	59,30	5,08
24	7,00	5,34	6,10	7,00	6,44	3,52	4,30	4,56	4,82	3,52	60,50	4,82
25	8,12	5,34	6,44	10,00	6,44	3,52	4,30	4,04	4,82	3,00	67,90	5,08
26	7,28	5,34	7,00	7,84	5,68	5,34	4,04	4,04	4,82	3,00	39,10	5,34
27	6,72	5,34	6,44	7,00	6,16	4,04	4,84	4,04	4,56	3,00	22,90	4,30
28	7,00	5,08	7,28	6,72	5,60	3,52	4,56	3,78	4,56	2,90	19,50	6,16
29	7,28	5,08	6,44	7,28	5,88	3,26	4,04	3,78	4,30	3,00	15,00	5,60
30	7,28		7,28	7,84	5,88	3,52	3,78	3,78	4,82	15,60	13,20	5,08
31	7,28		7,84		15,20		3,52	3,52		7,56		4,30

Tabel 4.12 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 2004

tanggal	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	ags	sep	okt	nov	des
1	17,073	17,896	19,585	18,734	18,734	15,864	17,896	18,734	20,451	22,222	24,047	24,047
2	17,073	19,158	20,889	18,734	18,734	15,864	17,896	18,313	18,734	32,89	20,451	31,858
3	17,483	17,073	25,45	29,331	20,016	15,864	17,483	17,896	22,222	31,858	19,158	25,924
4	16,666	17,073	21,33	24,047	19,585	16,264	19,158	17,483	19,585	25,45	21,33	27,852
5	16,264	16,666	20,016	23,586	25,45	17,073	19,585	17,073	17,073	20,889	22,222	29,83
6	16,264	17,073	19,585	24,979	29,83	16,264	18,313	17,073	16,264	18,734	20,889	30,333
7	15,864	16,666	18,734	24,511	24,979	17,896	19,158	17,073	15,469	17,896	19,158	25,45
8	15,864	16,264	18,313	24,979	20,889	17,896	18,734	17,073	15,077	19,585	20,016	23,586
9	15,469	16,264	18,313	21,774	19,585	20,016	17,896	16,666	14,689	21,33	19,585	22,674
10	15,077	16,264	18,313	23,128	18,734	17,073	17,073	16,666	14,689	19,158	19,585	20,889
11	15,077	17,896	17,896	22,674	18,734	16,264	17,896	16,666	14,689	18,313	20,016	22,574
12	15,077	17,073	17,896	21,33	18,313	15,864	24,511	16,666	16,264	17,896	20,889	31,858
13	15,077	15,864	17,073	21,33	17,896	15,469	20,451	16,666	15,469	18,313	30,333	22,674
14	15,077	15,864	17,073	21,33	17,483	15,469	19,158	16,264	14,689	17,483	27,852	20,889
15	14,689	15,864	19,585	20,451	17,483	15,469	21,774	16,264	14,689	17,896	22,674	20,889
16	15,077	16,264	24,511	20,451	17,073	15,469	20,889	16,264	14,689	17,073	20,451	19,585
17	14,689	23,128	19,158	20,451	17,073	15,077	20,451	19,329	14,304	17,073	19,585	20,016
18	14,689	19,585	18,734	22,222	16,666	14,689	18,313	15,864	17,073	20,889	19,158	20,451
19	17,483	22,222	18,734	20,889	16,264	20,451	17,896	15,077	18,313	22,674	18,313	22,222
20	15,077	20,016	18,734	20,451	16,264	16,666	17,896	14,689	15,469	20,016	17,483	28,342
21	17,033	26,882	17,896	20,016	16,264	15,469	17,073	14,689	15,077	17,483	21,774	20,889
22	17,483	33,411	17,896	18,734	16,264	16,666	17,073	17,483	14,689	17,073	21,33	17,483
23	17,073	24,979	17,896	22,222	16,264	16,264	16,666	15,469	14,689	17,073	20,451	20,451
24	17,073	25,45	17,896	22,222	16,264	16,264	16,264	15,469	14,689	16,666	24,979	20,016
25	17,073	29,331	17,483	20,451	16,264	16,264	16,264	23,128	14,304	16,264	23,128	19,585
26	16,666	32,372	17,896	19,585	17,483	17,073	16,264	17,896	14,304	16,264	21,33	17,896
27	16,666	26,882	17,483	19,158	17,073	17,073	16,666	16,264	14,689	16,264	20,451	17,483
28	18,734	26,882	17,896	18,734	17,896	17,483	16,666	17,073	14,689	17,073	22,222	21,774
29	19,585	23,586	18,734	24,047	20,016	18,313	17,896	21,33	16,666	17,073	21,774	20,835
30	18,515		19,585	20,889	17,073	17,483	17,483	30,838	15,864	17,073	20,451	26,882
31	17,483		19,585		16,666		16,666	23,586		22,222		24,047

Tabel 4.13 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 2005

tanggal	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	ags	sep	okt	nov	des
1	0	20,15	17,036	18,56	17,79	16,665	14,872	17,036	18,173	17,411	29,07	28,586
2	0	20,969	18,56	18,173	17,79	18,56	14,872	16,298	31,049	17,79	28,105	27,156
3	0	18,173	19,746	17,79	18,173	17,79	16,665	16,665	22,227	17,79	29,559	25,307
4	0	19,746	18,173	17,411	18,56	18,56	17,036	17,036	22,655	19,746	25,763	21,384
5	0	18,173	19,347	17,411	20,557	17,036	15,577	16,665	20,15	18,56	25,763	22,227
6	0	20,557	17,411	17,411	20,15	16,665	15,222	16,298	19,347	18,173	22,227	20,557
7	0	19,746	16,665	17,79	22,655	20,15	15,222	16,665	19,347	18,952	20,969	20,15
8	0	17,79	16,665	19,347	20,969	17,411	15,577	16,298	20,15	18,56	21,804	20,15
9	0	17,036	17,036	18,56	20,969	16,665	15,936	16,298	18,952	18,173	19,347	19,746
10	0	17,036	17,036	17,411	22,655	16,298	15,577	16,298	18,173	19,746	21,804	19,746
11	0	16,665	16,665	17,036	20,969	15,936	16,298	16,298	17,411	18,952	21,384	23,087
12	0	16,298	16,665	17,036	20,15	15,936	16,298	16,298	17,79	18,173	20,15	23,523
13	0	17,411	18,56	16,665	19,347	16,665	15,222	16,298	17,79	18,173	19,347	23,523
14	0	17,411	17,79	20,15	18,56	16,298	15,222	16,298	16,665	20,557	19,347	27,629
15	0	16,298	17,411	19,746	18,173	16,298	16,298	16,298	19,746	20,557	19,347	35,202
16	0	15,936	17,79	24,407	20,15	15,936	15,936	16,665	18,952	20,557	19,347	26,688
17	0	16,665	17,79	22,655	19,746	15,577	15,577	19,746	18,952	21,804	19,347	22,655
18	0	16,298	16,665	24,407	18,173	15,577	15,222	18,173	17,036	23,087	18,952	20,969
19	0	15,936	16,665	21,384	17,411	15,577	15,222	17,79	16,665	23,523	22,655	20,15
20	0	15,577	16,665	19,746	17,411	15,577	15,936	20,969	16,298	29,07	26,224	19,746
21	0	15,577	20,969	20,15	17,411	15,222	17,79	22,655	16,298	31,049	22,655	19,347
22	0	15,577	40,757	20,15	17,036	15,222	17,411	18,173	15,936	22,655	25,763	19,347
23	0	15,577	25,307	19,746	17,036	15,222	19,347	17,411	17,79	21,804	23,523	18,952
24	0	15,577	20,15	19,746	17,036	15,222	17,411	24,407	30,548	20,557	21,384	19,746
25	0	16,665	19,347	20,15	17,411	14,872	18,56	23,963	24,407	21,384	20,15	19,746
26	0	16,665	18,56	19,746	17,411	14,872	17,79	23,523	22,227	30,052	19,746	18,952
27	0	16,298	19,746	19,347	23,087	18,173	17,79	23,523	20,557	23,523	19,347	18,56
28	0	17,036	19,746	18,952	20,15	15,936	17,411	20,969	19,347	29,07	19,347	19,746
29	0		18,952	21,804	19,347	15,222	17,411	25,763	18,56	25,763	19,746	19,746
30	0		22,655	18,173	17,79	15,222	17,036	23,087	17,79	25,307	19,347	23,523
31	0		20,557		17,036		17,036	20,15		55,743		20,15

Tabel 4.14 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 2006

tanggal	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	ags	sep	okt	nov	des
1	8,455	7,114	9,52	11,4	5,865	8,805	7,774	6,793	7,774	6,793	12,998	8,455
2	8,112	8,455	9,159	14,25	5,568	9,159	7,774	7,114	7,114	6,793	9,885	11,792
3	8,112	7,774	9,159	13,411	6,793	9,159	7,774	7,114	13,828	6,793	8,112	17,342
4	8,112	7,441	9,159	11,4	8,805	9,159	7,774	6,793	18,738	6,478	7,441	12,591
5	8,112	7,441	9,885	10,256	9,52	8,805	7,774	6,793	12,998	6,478	7,114	10,256
6	7,774	7,441	9,159	10,256	17,342	11,4	7,774	6,793	14,677	13,411	6,478	15,109
7	7,774	7,441	9,52	10,632	12,998	9,52	7,441	7,441	11,4	8,455	7,441	12,998
8	9,159	7,114	9,159	9,885	9,52	9,159	6,793	7,441	12,189	6,793	8,112	11,4
9	11,4	7,114	8,805	15,109	8,805	8,455	6,793	7,774	9,885	6,793	7,441	9,885
10	9,52	8,805	9,52	16,434	8,112	7,441	6,793	7,441	8,112	9,52	7,441	9,885
11	13,828	11,014	8,805	16,434	8,112	7,774	7,774	7,114	7,774	7,114	8,455	12,998
12	11,014	9,159	9,52	11,792	7,441	11,792	7,774	7,114	6,793	6,793	8,112	10,632
13	9,52	8,112	18,268	11,4	7,114	9,52	7,114	6,793	19,692	6,793	15,988	12,998
14	9,52	7,774	11,4	14,677	6,793	8,455	7,114	6,793	17,342	6,478	11,014	12,189
15	9,52	10,256	12,591	13,828	6,793	10,256	6,793	6,793	9,52	8,805	9,159	23,176
16	13,411	8,455	13,828	13,828	7,774	12,998	6,793	6,793	11,4	7,114	8,455	16,886
17	16,886	7,774	15,109	10,632	7,774	9,52	6,793	6,793	9,159	6,793	7,774	12,998
18	12,189	9,159	17,342	9,52	7,441	10,632	6,793	7,114	11,4	6,478	7,441	11,792
19	11,014	15,988	16,434	9,52	7,114	18,268	6,478	6,793	8,455	6,478	7,114	14,25
20	10,256	28,527	11,014	11,4	7,114	20,176	6,478	6,478	9,52	6,169	7,774	19,213
21	9,885	12,998	9,52	20,665	7,114	11,4	6,478	6,478	10,256	6,169	7,114	12,591
22	9,52	10,256	9,885	16,434	8,112	10,256	6,478	6,478	10,256	6,169	7,114	9,159
23	15,546	9,52	26,876	16,434	6,793	13,828	6,793	6,478	9,159	6,478	7,774	11,792
24	18,268	8,805	18,268	16,434	9,159	20,665	6,793	6,478	8,112	6,478	8,112	11,4
25	11,014	16,886	12,998	16,434	8,455	12,591	6,169	6,793	8,112	6,169	8,455	12,189
26	9,885	26,876	11,792	16,434	8,112	10,632	6,169	7,774	8,112	6,169	6,478	9,52
27	9,159	11,792	21,158	9,885	8,455	9,885	6,793	7,114	8,112	6,169	12,998	19,692
28	8,805	9,885	17,342	9,52	8,805	9,52	8,112	8,112	8,112	6,169	12,998	17,802
29	8,455		10,632	9,885	8,805	9,52	7,114	7,114	8,112	9,159	8,455	12,998
30	8,455		10,256	9,52	8,805	8,805	7,774	8,45	8,112	10,256	8,112	18,738
31	7,774		12,189		8,455		7,114	10,256		7,441		15,109

Tabel 4.15 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 2007

tanggal	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	ags	sep	okt	nov	des
1	18,56	18,56	18,56	19,746	17,411	21,804	16,298	16,298	15,577	40,183	25,307	23,523
2	18,173	19,746	19,347	20,557	17,036	21,804	16,298	15,936	27,156	24,407	22,655	24,407
3	18,173	18,173	21,384	23,087	18,173	17,79	16,298	15,936	20,557	21,804	22,227	26,224
4	18,173	18,56	19,347	20,969	18,952	17,79	15,936	15,936	17,036	20,557	21,384	23,963
5	18,173	17,411	19,746	20,15	21,804	17,79	18,952	15,577	16,665	19,746	21,384	23,963
6	17,79	18,173	18,56	20,557	25,763	17,79	27,629	15,577	16,298	18,56	19,746	25,307
7	17,79	17,79	18,173	20,969	23,523	18,56	16,298	16,665	24,855	19,347	18,952	22,655
8	19,347	17,036	18,173	21,384	20,557	31,049	19,746	21,804	18,952	18,952	19,746	21,804
9	21,804	17,411	18,173	21,804	19,746	18,173	17,036	16,298	18,173	19,746	18,56	20,557
10	19,746	17,79	18,56	22,227	19,746	17,79	15,577	15,936	17,411	20,557	19,347	20,15
11	24,407	18,173	17,79	21,804	19,347	22,655	51,778	15,936	16,665	20,969	19,746	23,087
12	21,384	17,036	18,173	20,15	18,56	18,173	29,559	15,936	15,936	21,804	19,746	24,855
13	19,746	17,036	21,384	19,746	18,173	17,411	20,557	16,298	15,936	22,655	24,855	23,087
14	22,655	17,036	18,952	22,227	17,411	17,79	19,347	16,665	16,298	22,655	22,655	23,523
15	19,746	17,79	19,746	21,384	17,411	37,375	18,56	16,298	16,298	22,655	20,557	29,559
16	24,855	18,952	21,804	23,087	18,173	25,307	30,052	16,298	16,298	23,523	19,347	24,407
17	27,156	17,79	20,557	21,384	18,173	20,15	17,411	16,298	16,298	24,407	18,952	21,804
18	23,523	18,952	20,969	21,804	17,411	18,56	16,665	16,298	17,79	24,407	18,56	20,969
19	22,227	20,557	20,557	20,557	17,036	18,173	17,036	16,298	17,79	23,523	19,347	22,227
20	21,804	26,224	18,952	20,557	17,036	28,586	32,063	16,298	18,952	23,087	20,15	25,307
21	20,969	23,523	19,347	23,523	17,036	18,952	19,347	15,936	17,411	24,407	20,15	20,969
22	20,557	20,15	25,307	21,804	17,036	17,79	29,559	15,936	17,036	24,855	20,969	18,56
23	20,15	19,746	26,224	22,655	16,665	19,746	37,375	15,577	20,969	25,307	20,557	20,557
24	28,586	20,557	22,227	22,655	17,411	18,56	20,557	15,577	19,746	25,307	21,384	20,557
25	21,804	24,855	20,15	22,227	17,411	18,173	18,56	15,577	18,952	25,307	20,557	20,557
26	20,969	26,224	19,347	21,804	17,79	17,79	17,79	15,577	21,384	25,763	18,952	18,952
27	20,15	21,384	22,655	19,347	19,347	17,411	17,036	15,577	18,173	27,156	21,384	21,804
28	18,56	20,15	21,804	18,952	18,952	17,036	17,036	15,577	17,411	38,486	21,384	23,087
29	19,347		19,347	21,804	19,347	17,036	16,298	15,577	16,665	29,559	19,746	23,523
30	19,347		20,969	19,347	17,79	16,298	16,298	15,577	16,665	34,668	19,347	26,224
31	20,15		20,969		17,411		16,298	15,577		37,375		23,087

Tabel 4.16 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 2008

tanggal	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	ags	sep	okt	nov	des
1	18,712	18,712	21,741	7,8	17,447	7,8	10,32	8,86	14,979	12,213	10,32	5,135
2	14,576	17,867	19,567	7,8	17,03	8,15	10,693	8,86	15,792	13,383	9,95	4,821
3	15,384	20,43	11,447	8,15	15,384	7,11	11,069	9,22	19,998	11,447	9,95	5,135
4	15,384	23,965	13,383	8,503	13,383	12,6	11,069	9,22	22,625	11,447	9,95	5,454
5	14,576	14,576	11,447	8,86	14,176	8,86	11,069	9,22	23,516	11,447	9,95	13,778
6	15,384	14,979	11,829	9,584	14,176	10,693	11,069	9,22	19,998	14,176	11,829	21,741
7	14,979	11,447	12,213	5,135	5,777	8,86	10,693	9,22	17,447	15,384	11,069	15,792
8	15,792	11,069	12,6	5,77	5,135	8,86	9,95	9,22	14,576	12,213	11,069	23,965
9	15,792	9,95	16,615	6,436	5,454	9,95	11,447	9,22	19,998	21,741	11,069	33,322
10	12,99	9,95	12,213	9,22	4,821	8,86	13,778	9,22	19,998	12,6	11,069	23,07
11	12,6	9,95	17,447	10,693	7,8	11,447	13,778	8,86	15,792	10,693	17,447	15,384
12	12,213	9,95	20,865	15,384	11,829	11,069	14,176	9,22	15,792	12,213	17,867	11,447
13	11,829	9,95	25,323	14,979	11,447	12,213	13,778	8,86	13,778	12,99	14,979	12,99
14	13,383	8,86	18,712	14,979	9,95	11,829	12,6	9,22	12,99	16,202	12,213	14,576
15	12,6	13,383	14,576	14,576	9,584	11,829	11,829	8,86	14,176	11,447	10,693	14,576
16	12,213	13,383	12,213	14,176	10,32	12,213	14,176	8,503	12,213	10,693	15,384	22,182
17	14,576	12,99	15,384	11,829	9,95	12,213	13,383	8,86	14,979	11,447	12,213	17,447
18	15,792	12,99	15,792	10,32	9,584	11,829	14,576	9,22	14,979	10,32	17,03	15,792
19	13,778	9,22	15,384	11,447	9,95	10,693	14,979	8,86	10,693	8,86	16,202	15,384
20	12,99	10,32	15,384	7,11	9,95	10,32	14,576	8,15	12,6	16,202	14,979	22,625
21	14,176	11,829	14,576	5,454	9,95	9,22	13,383	8,15	11,069	17,447	12,213	13,383
22	13,383	21,741	21,741	7,11	9,95	8,503	13,383	8,15	17,03	16,202	10,693	15,384
23	12,6	15,384	9,22	11,447	8,503	8,86	11,447	8,86	14,979	12,99	9,584	25,323
24	14,576	14,176	7,8	15,384	8,86	8,86	11,829	10,32	14,176	11,069	9,584	13,383
25	12,213	14,979	8,503	12,213	11,069	9,584	11,829	11,069	12,6	9,95	8,15	14,176
26	12,99	15,384	8,86	13,778	11,069	8,503	11,829	9,95	12,6	8,503	9,22	26,698
27	12,213	18,712	9,584	12,213	10,32	11,069	11,829	8,15	15,792	7,8	7,8	24,869
28	12,213	16,202	7,8	11,447	10,32	8,15	11,829	9,584	17,447	7,11	7,11	19,998
29	23,965	19,998	7,11	6,771	10,693	9,22	11,829	9,22	12,99	11,069	5,777	18,712
30	13,778		7,453	6,436	11,069	8,86	11,829	8,503	10,32	11,447	6,771	28,089
31	13,383		7,11		10,32		12,6	8,15		9,22		19,567

Tabel 4.17 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 2009

tanggal	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	ags	sep	okt	nov	des
1	14,176	14,176	9,22	7,8	6,104	7,11	6,104	6,104	6,104	19,567	20,43	15,792
2	21,302	15,792	8,15	6,771	5,454	9,22	4,821	6,771	7,11	12,99	20,43	11,069
3	14,979	10,693	7,11	10,693	5,454	8,15	7,453	6,771	11,069	13,778	20,43	10,32
4	11,069	10,32	6,436	7,11	6,104	17,447	5,454	6,771	10,693	21,741	20,43	9,584
5	7,8	9,95	9,95	10,32	6,771	8,503	5,135	6,771	11,829	16,202	20,865	8,86
6	5,777	8,503	7,8	11,069	5,454	7,453	4,821	7,11	12,213	13,778	21,741	13,778
7	4,821	8,15	8,86	9,95	5,777	11,447	4,821	7,11	6,436	7,8	24,416	11,829
8	7,453	8,15	6,771	7,453	9,584	12,213	4,821	7,11	10,32	6,436	16,202	11,069
9	7,11	7,11	6,436	12,213	7,11	10,693	4,821	7,8	10,693	6,104	13,778	10,693
10	7,11	6,436	6,104	20,43	11,069	15,384	4,821	7,11	6,711	6,436	11,829	13,383
11	6,104	6,771	4,511	17,03	8,15	11,829	4,511	12,99	6,771	6,436	8,503	11,069
12	5,135	6,436	6,771	13,383	7,453	6,771	4,511	21,302	8,503	5,777	8,15	9,95
13	4,821	5,454	8,15	11,069	10,32	6,771	4,206	8,15	6,104	5,454	7,8	17,867
14	4,511	6,436	7,453	9,584	8,86	7,8	6,104	7,11	5,454	7,8	9,95	8,86
15	3,906	6,436	9,584	12,6	6,771	4,821	4,821	6,104	6,436	7,453	8,86	9,584
16	6,104	4,206	6,104	9,584	6,104	4,821	4,511	7,11	6,771	6,436	9,22	8,503
17	6,771	4,206	5,777	8,86	6,104	5,454	4,511	8,86	9,584	6,771	10,32	11,447
18	6,436	4,206	5,777	8,15	5,454	6,436	4,206	7,8	15,792	9,584	10,693	10,32
19	6,436	4,821	5,777	7,453	5,135	6,104	4,821	8,503	18,288	5,777	9,22	12,6
20	6,104	12,6	5,777	8,86	5,135	6,104	4,511	9,22	14,979	4,821	8,86	10,32
21	6,104	7,453	5,454	7,453	4,821	6,104	4,206	8,15	9,95	4,511	8,503	9,22
22	6,771	7,11	5,454	8,86	4,511	5,135	10,32	11,829	7,453	4,511	8,86	8,15
23	6,771	6,771	5,135	8,86	4,511	5,777	6,104	8,86	7,8	4,206	8,15	9,584
24	10,32	7,8	5,135	8,15	4,511	9,584	4,511	7,8	7,11	7,453	7,8	10,32
25	8,15	8,503	5,135	7,453	4,511	7,453	6,104	9,584	6,436	12,99	7,8	9,584
26	7,453	11,069	6,771	6,771	4,511	6,436	6,771	10,32	5,777	19,567	7,453	8,503
27	6,436	9,22	9,584	7,453	4,206	7,453	6,771	19,998	4,821	19,998	11,829	8,15
28	6,104	10,32	11,069	8,15	4,206	7,453	7,11	15,384	7,453	22,625	9,584	9,95
29	6,104		6,436	6,771	4,206	6,436	7,11	12,99	9,584	20,43	9,95	23,516
30	13,383		6,436	8,15	4,206	6,436	6,436	8,503	13,383	23,07	9,584	14,176
31	14,176		9,584		4,206		6,771	7,453		20,865		9,95

Tabel 4.18 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 2010

tanggal	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	ags	sep	okt	nov	des
1	12,4	86,6	6,97	14,3	18	7,27	9,1	2,23	3,22	3,79	4,53	6,43
2	8,12	22,9	8,64	13	16,4	7,29	12,4	2,19	3,68	13,4	4,34	2,06
3	14	11,5	9,26	19,4	15,5	7,29	9,85	2,86	4,16	26	4,85	1,96
4	11,4	9,54	12,5	16	13,9	7,29	7,76	1,78	3,72	12,2	3,59	1,93
5	7,74	11,6	12,1	14,3	18,1	7,29	6,56	1,6	3,24	8,41	2,35	1,9
6	6,86	17,7	12,1	18,7	17,4	7,29	6,15	1,47	3,22	6,75	1,69	1,87
7	6,09	12	8,37	15,9	18,8	6,92	7,24	7,15	6,35	5,97	1,65	1,84
8	5,7	10,2	10,9	8,75	17,2	6,9	7,29	4,14	4,27	5,23	1,96	1,81
9	5,7	8,49	13,2	10,1	16,3	6,9	5,81	3,52	3,25	4,48	1,63	1,79
10	6,45	7,95	11,7	17	15,4	6,9	5	3,49	3,22	4,14	1,36	4,06
11	7,97	11,1	10	13,7	14,6	6,9	5,71	3,7	3,22	5,97	1,34	1,87
12	9,65	7,71	7,92	15,7	22	6,53	5	3,69	2,76	6,07	1,32	1,17
13	36,4	7,2	7,1	14,3	13,5	6,52	4,97	3,44	2,51	7,57	1,18	1,75
14	23,9	6,83	13,1	13	15,1	6,52	7,2	3,41	2,74	6,18	1,04	1,98
15	11,9	6,45	14,7	10,8	14,5	6,52	5,06	3,4	3,25	5,03	1,14	1,78
16	10,4	6,07	12,9	338	13,2	6,52	6,45	3,38	2,53	4,64	1,01	3,37
17	11,4	6,07	11,8	220	10,9	6,52	4,66	3,36	2,5	4,65	1,48	2,51
18	10,4	6,82	9,58	197	9,78	6,52	4,59	3,34	2,75	4,67	1,6	2,93
19	9,29	6,12	7,59	163	8,66	6,52	4,22	3,32	2,51	4,7	1,23	2,95
20	21	5,35	7,52	39,3	8,08	6,52	7,16	7,6	3,49	9,73	1,68	2,03
21	11,9	7,19	7,9	17	8,06	8	5,81	5,16	3,04	5,7	1,44	1,99
22	8,84	11,2	7,93	17	8,06	9,14	5	3,8	3,78	5,17	1,18	1,78
23	7,43	7,82	15,4	22,5	7,32	8,1	4,97	3,27	14,7	7,03	2,9	1,65
24	7,38	6,57	10,4	20,9	6,92	5,84	4,6	3	12,6	6,4	1,45	1,53
25	9,79	6,16	8,52	13,6	6,53	5,74	4,22	7,08	6,76	6,02	1,37	1,64
26	7,87	8,02	14	10,6	6,52	7,23	4,2	2,92	4,29	6,03	4,28	1,77
27	7,06	9,18	9,22	37,9	6,15	11,3	3,28	4,85	3,74	5,65	2,45	2,44
28	6,66	7,41	7,99	24	6,13	20,9	10	8,96	4,18	5,44	1,49	1,68
29	5,92		6,83	21,3	5,76	10,2	3,04	3,68	3,51	4,16	1,32	1,98
30	26,8		7,16	19,7	7,97	7,39	2,72	3	4,57	4,59	63,9	2,91
31	19,7		14,7		6,95		2,71	3,21		4,09		2,49

Tabel 4.19 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 2011

tanggal	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	ags	sep	okt	nov	des
1	3,71	3,86	54,7	7,4	10,3	4,89	13,3	7,95	5,55	3,24	8,01	21,1
2	8,9	3,83	39,8	7,62	7,05	4,89	13,2	6,68	5,92	3,47	35,1	26,1
3	14,1	3,81	20,7	9,82	5,43	5,64	13,2	7,75	4,83	3,48	70,6	17,8
4	9,77	3,79	16,2	9,91	4,62	5,3	13,2	8,49	4,78	3,48	118	12,2
5	16,9	6,12	14,5	9,37	3,99	4,91	13,2	8,5	6,26	3,48	130	9,83
6	13	5,08	15,9	8,8	3,96	4,53	13,2	7,55	4,84	3,25	63,7	9,74
7	7,69	3,79	27,6	7,04	3,72	4,19	12,7	8,91	4,11	3,47	64,5	10,8
8	6,71	3,49	20,7	7,6	3,48	5,62	12,7	12,8	4,38	18,4	66,4	8,71
9	5,9	3	14,5	9,82	3,24	4,21	13,2	8,16	4,05	7,02	31,7	8,62
10	5,84	2,73	56,8	9,91	3,23	5,59	13,2	7,54	29,6	6,15	21,7	7,34
11	5,81	2,7	45,2	6,47	3,23	6,63	16,7	7,52	6,69	9,06	34,4	18,5
12	5,41	2,68	23,7	7,36	3,68	10,4	29,8	7,52	5,27	5,14	36,2	11,2
13	5	2,66	25,6	6,39	3,01	14,2	22,8	10,3	4,1	4,23	28,6	9,25
14	4,58	2,65	22,7	9,21	2,75	9,25	13,3	5,52	5,09	4,2	23,5	25,6
15	4,18	2,63	13,1	26,1	3,2	11,2	13,6	4,48	15,4	4,2	25,2	35,8
16	5,23	2,61	31,9	24,7	2,98	8,42	11,1	4,09	5,27	3,97	21,5	22,9
17	4,18	2,59	12,9	32,3	4,85	10,4	10,4	4,08	3,32	4,93	21,3	16,2
18	4,11	4,21	7,89	22,8	6,4	9,93	10,4	4,08	9,97	5,71	19,8	17,4
19	4,09	3,31	11,3	16,3	4,98	8,27	10,4	6,23	6,3	4,26	15,4	13,3
20	5,48	2,56	10,4	15,3	3,5	7,19	10,4	4,47	5,31	20,6	30,6	13,1
21	7,36	2,28	3,08	14,5	5,22	9,63	10,4	3,63	6,91	28	28,4	10,4
22	7,04	2,02	5,46	13,8	2,82	20	11,1	4,06	6,97	11,6	15,7	27,5
23	5,51	2	4,28	12,6	7,04	21,5	11,1	4,38	4,52	10,3	12,1	14,2
24	4,68	1,98	3,99	12,6	5,73	17,1	11,1	4,76	13,7	12,5	10,9	16,6
25	4,25	5,1	3,35	12,6	5,3	15,4	9,85	5,52	3,38	8,78	9,78	15,2
26	4,2	7,05	6,07	12,6	6,02	14,6	8,01	5,18	7,86	7,71	9,74	10,5
27	4,18	18,2	3,61	12,6	7,54	18,2	7,94	5,17	9,14	7,67	11,4	9,22
28	4,16	9,79	3,04	12,6	6,86	14,7	7,94	5,17	5,14	6,93	18,7	8,64
29	4,15		3,25	12,6	5,31	15,3	8,48	5,91	3,77	6,53	10,6	7,71
30	4,13		2,81	10,4	5,3	14,6	7,96	5,57	3,26	6,52	17,2	7,67
31	4,11		2,33		4,91		8,49	5,55		6,89		6,56

Tabel 4.20 Data Debit Harian Batang Anai (m³/dt) Tahun 2012

tanggal	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	ags	sep	okt	nov	des
1	4,83	6,07	11,3	8,02	10,6	7,64	5,36	2,52	1,8	3,27	4,61	13,2
2	4,86	6,53	8,87	7,57	28,3	6,82	5,73	2,52	1,8	3,32	4,29	9,45
3	4,52	5,09	7,12	7,56	18,5	6,01	4,63	3,21	1,8	4,71	6,87	6,33
4	4,53	6,17	6,7	7,93	13,2	6,31	4,22	3,01	2,03	2,98	13,5	6,21
5	4,93	29,6	7,09	7,7	10,8	5,91	3,51	2,77	3,2	2,7	9,47	4,35
6	9,02	24,9	7,5	11,2	10,2	6,22	3,71	5,62	4,58	2,72	7,44	5,02
7	5,92	8,97	12,1	11,4	8,07	5,46	2,57	3,8	2,66	2,75	6,25	5,79
8	5,44	7,9	11,2	18,3	7,98	5,75	2,52	2,8	2,38	3,24	6,95	5,82
9	4,71	7,54	7,67	10,6	8,49	6,1	2,75	2,76	3,55	3,52	10,3	6,19
10	5,45	5,7	6,78	12,5	10,7	5,7	3,68	2,53	3,63	2,41	27,7	6,21
11	8,71	5,65	6,75	54	13,4	4,9	5,29	2,52	3,2	2,39	19,5	6,58
12	12,1	7,54	19,6	39,2	7,46	4,83	3,32	4,13	3,21	3,11	12,9	6,96
13	9,06	6,53	23,8	36,1	5,73	4,42	3,01	2,82	3,01	3,17	12,7	6,98
14	7,59	12,3	20,5	40,8	4,56	4,36	3,69	2,53	2,8	4,47	9,43	7,35
15	5,71	15,9	14,4	36,2	4,17	4,32	2,8	2,75	2,36	3,28	8,75	7,74
16	4,21	30,8	13,5	29,3	6,35	4,02	4,88	2,76	2,37	2,8	8,19	8,69
17	4,17	18,2	10,8	25,2	4,96	3,75	3,08	4,51	2,4	3,5	8,17	8,73
18	4,18	23,4	10,1	28,9	6,38	3,71	2,54	3,06	3,35	3,3	7,77	8,19
19	4,2	18	9,09	25,2	5,7	3,69	2,29	2,54	2,96	3,29	7,75	6,66
20	4,23	13	10,2	34,4	4,56	3,66	4,12	2,29	2,27	4,61	6,64	6,96
21	4,26	11,8	9,17	26,4	5,25	5,9	3,05	2,74	2,97	4,66	5,85	4,76
22	4,66	21,5	9,12	19,9	6,02	3,47	3,23	2,76	3,03	6,52	7,67	5,03
23	4,06	21,1	8,59	18,9	5,68	3,34	2,32	2,76	2,82	7,7	11,9	16,4
24	4,34	20,4	8,04	28,6	5,25	3,09	2,51	4,88	4	7,38	16,7	20,5
25	4,38	13,3	7,65	30	4,83	2,82	2,29	3,31	3,38	5,88	32,1	17
26	4,41	14,3	7,15	25,3	13	3,02	2,51	2,55	2,92	11,8	23,9	9,6
27	4,44	15,1	7,54	42,8	41,8	6,38	4,13	2,29	2,93	5,7	22,5	7,07
28	4,47	13,2	7,15	27,7	13,3	5,77	3,51	2,05	2,96	5,44	24,4	10,8
29	4,5	18,1	7,91	21,4	8,26	6,11	5,28	2,04	2,76	3,83	18,6	8,28
30	4,53		7,95	19,7	7,71	5,39	3,79	2,04	2,78	4,26	14	9,25
31	4,56		9,02		8,54		2,57	1,81		3,33		12